

Naturliga fiender till havrebladlöss vid en kantzon med varierad vegetation

- En fältstudie av naturliga fienders förekomst vid två olika utformningar av vegetation och deras attraktion till metylsalicylat

Natural enemies to *Rhopalosiphum padi* next to a field margin with differing vegetation

- A field study of the presence of natural enemies next to two different designs of vegetation and their attraction to methyl salicylate

Louise Malmquist



Agronom - mark/växt
Kandidatarbete 15 hp
Uppsala 2017

Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi 2017:1

Naturliga fiender till havrebladlöss vid en kantzon med varierad vegetation

- En fältstudie av naturliga fienders förekomst vid två olika utformningar av vegetation och deras attraktion till metylsalicylat

Natural enemies to *Rhopalosiphum padi* next to a field margin with differing vegetation

- A field study of the presence of natural enemies next to two different designs of vegetation and their attraction to methyl salicylate

Louise Malmquist

Handledare: Sönke Eggers, SLU, Institutionen för ekologi

Bitr. handledare: Velemir Ninkovic, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi
Diana Rubene, SLU, Institutionen för ekologi

Examinator: Göran Bergkvist, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronomprogrammet – mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Louise Malmquist

Serietitel: Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi

Löpnummer: 2017:1

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Araneae*, *Carabidae*, *Coccinellidae*, Ekosystemtjänster, Havrebladlöss, Integrerat växtskydd, IPM, Metylsalicylat, MeSA, *Staphylinidae*

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Många växtskadegörare finns inom jordbruket som kan orsaka skördeföruster. Dessa kan bland annat bekämpas med kemiska växtskyddsmedel. Pågående utfasning av aktiva substanser kräver dock utveckling av alternativa bekämpningsmetoder. Ett alternativ är att främja skadegörarens naturliga fiender (NF) genom etablering och bevarande av småbiotoper, som kantzoner, som kan utgöra livsmiljöer för NF intill åkermark. Spridning av NF från dessa miljöer kan förväntas avta med avståndet till kantzonen men gynnas av olika attraktionsfaktorer i fältet. En faktor är kemiska substanser utsända av herbivorangripna växter, exempelvis metylsalicylat (MeSA). MeSA aktiverar bland annat försvar i närliggande, ej angripna plantor och har även visat sig attrahera NF. Kunskapsutveckling behövs om hur skötsel och utformning av kantzoner gynnar och optimerar förekomst av NF, samt vilka underliggande mekanismer som kan attrahera NF till intilliggande åkermark. Studiens syfte har varit att belysa denna problematik och bidra med kunskap om hur alternativa odlingssystem med minskat beroende av kemiska växtskyddsmedel kan utvecklas. Målet var att undersöka förekomst och sammansättning av NF i olika vegetationsutformningar i en kantzon och undersöka mekanismer för attraktion av NF ut i fält.

Studien gjordes på åkermark intill en kantzon med två vegetationsbehandlingar: rödklöver/vallgräsblandning och busk/ängsblomsblandning. Skillnader i förekomst av NF i olika vegetation samt attraktion till bladlusangripna plantor undersöktes i försök 1 då NF till havrebladlöss: nyckelpigor; jordlöpare; spindlar och kortvingar, insamlades med fallfällor framför havreplantor infekterade med havrebladlöss intill båda vegetationsutformningarna. Attraktion av NF till MeSA undersöktes parallellt i försök 2 där plantor och bladlöss ersatts med pellets med MeSA. Jämförelsevis inkluderade försök 1 även ej infekterade havreplantor och försök 2 inkluderade pellets utan MeSA. Resultaten från försöken påvisade signifikant fler stora spindlar insamlades i försök 1 vid kantzonsutformningen rödklöver/vall jämfört med busk/ängsblomsblandning. I försök 2 insamlades signifikant fler stora jordlöpare vid pellets med MeSA jämfört med kontrollpellets. En felkälla är att insamlade NF inte artbestämts och därmed inte visat om de i realiteten agerar som predatorer av bladlöss. Slutsatser är att aktivitet av familjer med potentiella NF till bladlöss finns vid båda kantzonsutformningarna, men att det inte går att påvisa att någon av kantzonerna reellt verkar som källa till sanna NF på artnivå med förutsättningar att minska förekomsten av bladlöss. Med avsaknad av en generell trend av signifikant fler NF totalt och av någon organismgrupp över insamlingsperioden vid någon av plantbehandlingarna (bladlöss vs kontroll) eller pelletsbehandlingarna (blank vs MeSA) går det ej att påvisa om infekterade plantor eller MeSA verkar som attraktion av NF ut i fält.

Nyckelord: Araneae, Carabidae, Coccinellidae, Ekosystemtjänster, Integrerat växtskydd, IPM, Methylsalicylat, MeSA, Staphylinidae

Abstract

Many pests can cause yield losses within agriculture. Using chemical plant-protecting agents is one method for suppressing pests. Although alternative methods are needed due to ongoing reduction of available active substances. One alternative is enhancing natural enemies (NE) to pests by establishment and conservation of small biotopes, as field margins, which can work as refuges for NE in the agricultural landscape. However, use of the cropped area of the field by NE may decrease with distance to the field margin which accentuate a need for attracting factors in the field. One factor is chemical volatiles emitted from plants attacked by pests, for example methyl salicylate (MeSA) which can activate defence in neighbouring plants still not attacked by pests, as well as attracting NE. More knowledge is needed regarding how different appearances of field margins effect presence and composition of NE, as well as factors attracting them to cropped fields affected by pests. This study aimed to elucidate these problems and to contribute with knowledge of how alternative cropping systems can form without dependence on chemical pesticides. The goal has been to study presence and composition of NE in different vegetation treatments in a field margin as well as study factors contributing to attraction of NE into the fields.

The study was done in a field beside a field margin with two different floral compositions: red clover/ley grass (R/L) and bush/meadow plants (B/M). Differences in presence of NE in dissimilar flora and attraction to aphid infested plants was studied in test 1 where NE to *Rhopalosiphum padi*: *Coccinellidae*, *Carabidae*, *Staphylinidae* and *Araneae* were collected in pitfall traps in front of oat plants infected with *R. padi*. The attraction of NE to plants affected with *R. padi* was tested parallelly in test 2 where infected plants were replaced by pellets with MeSA. As control, test 1 also included uninfected oat plants and test 2 included neutral pellets. The results showed significantly more large *Araneae* and total NE collected in test 1 by the vegetation of R/L compared to B/M. In test 2 significantly more large *Carabidae* over time, were collected by pellets with MeSA compared to control pellets. One source of error is that collected NE were not classified to species. Therefore, it remains unclear to what extent the different groups of NE acted as enemies *R. padi* and whether margin type affected their occurrence. In conclusion, families with potential NE were active along both treatments in the field margin. Although this study cannot show if any of the floral treatments can act as a source for true NE to *R. padi* at species level. As no systematic difference of significant more NE was shown in any of the plant treatments or for pellets treatments over the whole period of sampling, it is not possible to prove if infected plants or MeSA work as attractants for NE into the field.

Key words: *Araneae*, *Carabidae*, *Coccinellidae*, Ecosystem services, Integrated Pest Management, IPM, Methyl salicylate, MeSA, *Staphylinidae*

Innehållsförteckning

Förkortningar	5
Ordlista	6
1 Inledning	9
2 Utförande	14
3.1 Försöksplats	14
3.2 Försök 1	17
3.3 Försök 2	19
3.4 Kontroll av fallfällor	20
3.5 Kategorisering av insamlade organismer	21
3.6 Statistisk analys	21
3.6.1 Bakgrund	21
3.6.2 Statistisk modell	22
3.6.3 Begränsningar	23
3.7 Litteratur	24
3 Resultat	26
3.1 Naturliga fiender vid olika kantzonsutformningar	26
3.2 Attraktion till rödklöver/vallgräsblandning och busk/ängsblomsblandning	29
3.3 Attraktion till pellets med metylsalicylat och kontroll-pellets	30
3.4 Övriga observationer	31
4 Diskussion	34
5.1 Påverkan av kantzonens utformning på förekomst av naturliga fiender	34
5.2 Attraktion av naturliga fiender till bladlusinfekterade plantor	39
5.3 Attraktion av naturliga fiender till metylsalicylat	40
5.4 Reflektioner om försöksupplägget	41
5 Slutsats	43
Referenser	45
Appendix	1

Förkortningar

Blank	Kontrollpellets
B/M	Busk/ängsblomsblandning
IPM	Integrerat växtskydd
MeSA	Metylsalicylat
NF	Naturliga fiender
R/L	Rödklöver/vallgräsblandning

Ordlista

Aktiva substanser	Det ämne/ämnen i ett växtskyddsmedel som är verksamma mot skadeorganismen som ska bekämpas (Europakommissionen, 2016).
Biologisk bekämpning	Att genom nyttjande av levande organismer och deras levnads-sätt bekämpa sjukdomar eller skadegörare (Eilenberg, Hajek & Lomer, 2001).
Biologisk mångfald	Biologisk mångfald eller biodiversitet inbegriper faktorerna artantal, genetisk variation inom arter samt diversitet inom landskapet (Fogelfors, 2015). Biodiversitet inom odlingssystemen syftar ofta till domesticerade djur och växter samt deras vilda släktingar (Brookfield, 2002; Jordbruksverket, 2016a)
Ekosystem-tjänster	Processer som människan nyttjar i sin vardag i form av produkter, cirkulation och reglering av naturliga system eller som rekreationsmöjligheter (Nationalencyklopedin, u.å.a; Hassan <i>et al.</i> , 2005)
Integrerat växtskydd	Innebär att reducera användning av kemiska växtskyddsmedel i möjligaste mån och använda sig av alternativa metoder vid bekämpning av skadegörare (SJVFS 2014:42).
Kantzoner	Linjära ytor mellan olika terrängformer (Nationalencyklopedin, u.å.b) vilket i odlingslandskapet ofta innebär obrukad mark mellan skiften, åkermark och diken samt mellan gårdsmiljöer (Haldén, 2011a).

Naturliga fiender	Organismer som naturligt hämmar skadegörarens etablering, tillväxt och förökning genom predation, som patogener eller genom parasitism (Ekbom, 2004).
Småbiotoper	En liten areal av avvikande typ i ett annars övertagande likformigt landskap (Edelstam, Rosqvist & Pettersson, 2009). Denna areal utgör en tydligt avgränsad livsmiljö för växter och djur, exempelvis kantzoner, åkerholmar eller vägrenar (Edelstam, Rosqvist & Pettersson, 2009).
Växtskyddsmedel	Medel bestående av en blandning substanser varav de så kallade aktiva substanserna medför den skyddande verkan som eftersträvas för att skydda växter mot skadeangrepp från exempelvis insekter, ogräs eller patogener (Kemikalieinspektionen, u.å.a).

1 Inledning

Det finns ett stort antal växtskadegörare som kan orsaka omfattande skördeförluster inom jordbruket (se Jordbruksverket, 2015a och Brown, 2009, kap. 14). För att bekämpa dessa skadegörare och öka åkerarealens produktivitet har en lösning inom konventionellt jordbruk både idag och historiskt varit användning av kemiska växtskyddsmedel (Atreya *et al.*, 2011). Från 1900-talets mitt fram till 80-talet skedde en ökad användning av kemiska växtskyddsmedel för att därefter börja minska igen (Fogelfors, 2015; Stoate *et al.*, 2001). Växtskyddsmedelsanvändning tillsammans med ökad mekanisering och gödselspridning kan ses som historiska drivkrafter av jordbrukets intensifiering (Fuller, 2000). Intensifieringen har visat sig i form av större och sammanhängande åkerarealer (Fogelfors, 2015) med färre åkergrödor (Altieri, 1999; Stoate *et al.*, 2001). Bidragande till ökad arealstorlek har bland annat varit val av grödor, ogräsbekämpning samt effektivare och större redskap (Edelstam, Rosqvist & Petterson, 2009). Följden har blivit landskap med enhetligare utformning (Stoate *et al.*, 2001). I ett mer intensifierat odlingslandskap har småbiotoper kunnat verka som tillflyktsorter för arter som historiskt använt åkern som resurs (Edelstam, Rosqvist & Petterson, 2009). Med minskad andel småbiotoper påverkas emellertid även variationen i artförekomst genom reducerad tillgång till livsmiljöer för olika växt- och djurarter (Edelstam, Rosqvist & Petterson, 2009). Därmed har mer homogena odlingslandskap lett till minskad biodiversitet (Stoate *et al.*, 2001) och följaktligen en minskning av viktiga ekosystemtjänster som odlingssystemens variation bidragit till (Edelstam, Rosqvist & Petterson, 2009).

Biodiversitet i och runt odlingssystemen är en följd av systemens utformning med påverkan från odlingsintensitet, hur långliggande grödan är och grad av isolering från omkringliggande obrukad vegetation (Altieri, 1999). Biodiversitet på obrukad mark runt åkerarealen kan i sin tur främja ekosystemtjänster som är gynnsamma på fälten (Brookfield, 2002). Dessa ekosystemtjänster hämmas emellertid av den

komplexa artrikedom som finns i ekosystemen. Ett exempel är den nära relationen mellan insekter och växter bestående av positivt samleverne som pollinering och fröspridning (Gurr *et al.*, 2012). Dock finns även negativt samleverne genom skador på plantan då insekten utnyttjar den som föda (Gurr *et al.*, 2012).

Aktuell problematik för biodiversitet och ekosystemtjänster i odlingslandskapen är att odlingssystemens intensitet och arealexpansion förväntas öka ytterligare framöver för att möta en förväntad ökad konsumtion och produktion av livsmedel (Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2009). I sin tur kan det påverka förekomsten av diversitet i odlingslandskapet (Dirzo & Raven, 2003 se Tilman *et al.*, 2011). Därtill har försåld mängd växtskyddsmedel till jordbrukssektorn i Sverige ökat sedan 2010 (Statistiska centralbyrån, 2016) som avvikelse till den överlag minskade växtskyddsmedelsanvändningen som setts sedan 80-talet (Fogelfors, 2015). Trots en ökad försäljning av växtskyddsmedel har emellertid den sålda mängden hektardoser av aktiv substans i växtskyddsmedel minskat (Statistiska centralbyrån, 2016).

Samtidigt som odlingsintensiteten förväntas öka är växtskyddsmedelsanvändning i Europa i ett förändringsskede. År 2009 antog Europaparlamentet och Europeiska unionens råd ett direktiv för medlemsstaterna med syftet att reducera risker och konsekvenser för människor och miljö (2009/128/EG). Direktivet innebär att medlemsstaterna ska införa åtgärder som främjar alternativa metoder framför kemiska växtskyddsmedel (2009/128/EG). Åtgärderna ska även bidra till att reducera risker när kemiska växtskyddsmedel väl används (2009/128/EG). Aktiva substanser i kemiska växtskyddsmedel kan ha negativa konsekvenser för olika organismer så som vilda växter (Geiger, *et al.*, 2010), pollinerare (Gill, Ramos-Rodriguez & Raine, 2012), fåglar (Hallman *et al.*, 2014; Bittel, 2014) och sötvattenlevande evertetrater (Beketov *et al.*, 2013). Vid felaktig användning av växtskyddsmedel riskeras också resistensutveckling hos skadegörare för olika växtskyddsmedels verkningsmekanismer (Svenskt växtskydd, 2014) varvid substanserna blir ineffektiva. Historiskt går det också att se att äldre, idag förbjudna substanser, har längre nedbrytningstid än dagens växtskyddsmedel och kan fortfarande detekteras i miljöer där faktorer medför långsammare nedbrytningstakt (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2016).

Med utfasning av allt fler aktiva substanser och därmed växtskyddsmedel på grund av uppfyllda krav på godkännande från EU med avseende på bland annat resthalter, effektivitet samt miljö- och hälsopåverkan (se EG 1107/2009) uppstår en konflikt då skadegörare fortfarande eftersträvas att bekämpas (Winter, 2011). Åtskilliga utmaningar uppstår med färre tillgängliga aktiva substanser för bekämpning. Potentiella konsekvenser vid avsaknad av tillräckligt med alternativa bekämpningsmetoder är exempelvis ökad utbredning av skadegörare, reducerad växtföljd

med färre grödor samt ökad resistensrisk mot kvarvarande aktiva substanser (Winter, 2011). Problemet som behöver lösas är utveckling av befintliga alternativa bekämpningsåtgärder samt nya innovationer. Dels direkta metoder som betning och biologiska bekämpningsmedel, men även förebyggande bekämpningsmetoder (Winter, 2011).

För att frånga kemisk växtskyddsmedelsanvändning ingår att tillämpning av integrerat växtskydd (IPM) och ytterligare icke-kemiska metoder ska förenklas (2009/128/EG) varav en åtgärd är att gynna nyttoorganismer (SJVFS 2014:42). En form av nyttoorganismer är naturliga fiender (NF) (Winter, 2011) som utgör en ekosystemtjänst genom att förtrycka skadegörare. Förekomsten av NF främjas av att upprätthålla orörda biotoper runt odlingsarealen (Chiverton *et al.*, 1988) och att gynna en variationsrik odlingsmiljö (Gurr *et al.*, 2012). En biotop i odlingslandskapet är kantzoner. Dessa utgör potentiella bo-, födosöks-, och övervintringsplatser för olika djur (Chiverton *et al.*, 1988; Bernes, 2011) och därmed potentiella livsmiljöer för NF vid åkermarken. Vilka djur som återfinns i kantzonen är emellertid en effekt av utformningen av dess växtlighet. Exempel är samband mellan förekomst av pollinatörer, artrikedom och blommande växter som föda (Albrecht *et al.*, 2007) och som boplatser (Krewenka *et al.*, 2011) samt varierad förekomst av spindlar, skalbaggar och skinnbaggar beroende på växtsammansättning och val av föda (Asteraki *et al.*, 2004). I EU-direktivet 2009/128/EG framgår att bekämpning inom IPM ska vara både ekologisk och ekonomiskt försvarbar. Därför är det viktigt att kunna påvisa att kantzoner dels bidrar till att främja biologisk mångfald och dels kan ge långsiktigt ekonomiska fördelar genom tydligt reducerade negativa effekter av skadegörare. Kantzoner och andra småbiotoper kan emellertid också ha negativ påverkan genom att verka som spridningskälla för ogräs och skadegörare till fälten (review av Marshall & Moonen, 2002) vilket också behöver beaktas vid utformning av dessa biotoper.

Med utfasning av aktiva substanser återkommer behovet av att gynna biodiversitet och redan förekommande NF i fält och tillvarata den ekosystemtjänst de kan utföra genom reduktion av skadegörare (2009/128/EG). Relevant för att gynna naturliga fiender är emellertid att de ofta förflyttar sig över kortare avstånd jämfört med skadegörare (Ekbom, 1996). Detta beror på att nyttodjuren är beroende av värdväxter och övervintringsmöjligheter i närheten av odlingen där deras aktivitet är önskvärd (Ekbom, 1996). Övervintring för många skadegörare sker däremot ofta på längre avstånd till platserna där de föds, varvid de är mer benägna till längre förflyttningar (Ekbom, 1996). Problematiken ligger i att upprätthålla höga skördar och samtidigt minska bekämpning med växtskyddsmedel för att istället använda alternativa metoder. Att gynna NF är en delåtgärd i denna problematik men då behövs också livsmiljöer som främjar deras förekomst och överlevnad. Dessutom fordras en faktor som medför att NF sprider sig i fält där skadegörare befinner sig.

Genom förståelse för hur olika arter påverkas av olika strukturer runt åkerarealen ger det en indikator på hur bland annat kantzoner bör utformas och skötas för att främja olika nyttoarealer och därmed biologisk mångfald och biologisk kontroll (Roubah *et al.*, 2015).

Även om småbiotoper på åkermark gynnar NF behöver de sprida sig till åkern för att vara till nytta för skadereduktion. Det är möjligt att spridningen av NF in i fältet avtar med avståndet till kantzonen (Östman, Ekbom & Bengtsson, 2001; Holland, Birkett & Southway, 2009) varvid en attraherande faktor krävs i fältet.

En faktor som medför attraktion av NF till växter är produktion av kemiska substanser av växterna vilket drar till sig djur som nyttjar grödan på olika sätt (Law & Regnier, 1971). I växtens normaltillstånd avges en liten mängd flyktiga kemikalier från växten (Paré & Tumlinson 1999). Dessa ökar i mängd och ändras i kemisk sammansättning vid herbivorangrepp jämfört med ämnen från oskadade blad (Paré & Tumlinson 1999; Das *et al.*, 2013). Växternas indirekta inducerade försvar är en respons utmärkande vid herbivorangrepp och herbivoreernas utsöndring av olika ämnen (Dicke, 1995). Försvaret kan antingen vara konstant aktivt alternativt aktiveras först när växten angrips (Mumm & Dicke, 2010). Responsen hos växten kan variera och kan både öka och minska angreppsgraden av herbivori (Dicke, 1995). Kemiska ämnen från angripna växter kan i sin tur locka till sig NF (Takabayashi & Dicke, 1996; Peng *et al.*, 2011) bland annat i form av parasitoider och predatorer (Paré & Tumlinson, 1996; Strand & Obrycki, 1996). Emellertid finns också risk att ämnena attraherar andra skadedjur och medför ökat skadetryck på grödan (War *et al.*, 2011). Växters inducerade försvar kan också innebära kommunikation till oskadade plantor som i sin tur inducerar sitt försvar mot herbivorer i förväg (Paré & Tumlinson, 1999; Arimura *et al.*, 2000; Kost & Heil, 2006; review av Heil & Karban, 2010). Ämnen som utsöndras från växter kan utnyttjas av både herbivorer och predatorer vid sökande efter föda (Dicke & van Loon, 2000) och dessutom kan oskadade plantor 'kommunicera' och påverka varandra så attraktion av herbivorer till växterna reduceras (Glinwood *et al.*, 2004).

Ett ämne som är aktivt i växters försvar är metylsalicylat (MeSA) (Campbell, *et al.*, 2014). MeSA är bland annat delaktivt i växters generella systemiska försvar vid angrepp av patogener (Campbell *et al.*, 2014). MeSA sprids systemiskt i växten till närliggande områden och omvandlas till salicylsyra (SA) som i sin tur medför snabb aktivering av växtens försvarssystem vid nya angrepp (Shulaev, Silverman & Raskin, 1997; Campbell *et al.*, 2014). MeSA kan också verka i långväga signalering från en angripen planta till andra plantor runt omkring som kan inducera sina försvar (Shulaev, Silverman & Raskin, 1997). Utsöndring av MeSA har hos flera grödor påvisats vid bladlusangrepp. Bland annat Chili (*Myzus persicae*) (Saad *et al.*, 2015), silverbjörk, klibbal (*Eucraphis betulae* & *Pterocallis alni*)

(Blande, Korjus & Holopainen, 2010) samt sojaböna (*Aphis glycines*) (Zhu & Park, 2005). För havrebladlöss (*Rhopalosiphum padi*) har MeSA visat sig spela roll i bladlössens säsongsmigration mellan hägg och gräsmarker (Pettersson *et al.*, 1994) Dessutom har MeSA påvisats attrahera och framkalla respons hos NF till bladlöss, bland annat hos nyckelpigor (Gadino, Walton & Lee, 2012; Zhu & Park, 2005). Lee (2010) framhåller att attraktionskraft av MeSA på spindlar och jordlöpare däremot inte verkar vara lika tydlig. När det gäller jordlöpare kan det bero på att deras normala byten inte inducerar utsöndring av MeSA från växter (Lee, 2010).

Grunden till detta arbete är sammanfattningsvis behovet att hitta alternativa metoder till kemiska växtskyddsmedel varvid studien specifikt gjorts gällande interaktionen mellan kantzoner och NF samt hur NF attraheras av angripna växter och MeSA som specifik substans. Syftet med studien var att bidra med kännedom om hur förekomst av NF gynnas och optimeras genom olika utformning av kantzoner, samt att undersöka bidragande mekanismer till att attrahera NF ut i fält angripna av skadegörare. I ett större perspektiv är tanken att kunskapen ska kunna bidra till frågan hur utveckling av alternativa odlingssystem kan ske med minskat beroende av kemiska växtskyddsmedel.

Målet var att studera förekomsten av naturliga fiender i förhållande till olika vegetation i en kantzon och att undersöka hur dessa naturliga fiender attraheras av skadedjursangripna plantor respektive MeSA som specifik kemisk substans. Studien av skillnader i förekomst av NF begränsades till två kantzonsutformningar med olika växtlighet: dominerande buskage och lägre ört/gräsväxtlighet. Attraktionen ut i fält undersöktes dels med plantor som infekterats med bladlöss i jämförelse med ej infekterade plantor, samt vid fallfällor omgärdade av pellets av MeSA alternativt kontrollpellets utan något kemiskt ämne. De frågeställningar jag önskat besvara har varit:

1. Hur påverkar skötsel och vegetationsutformning av kantzoner förekomst och sammansättning av naturliga fiender till bladlöss?
2. Visar angripna plantor en större benägenhet att attrahera naturliga fiender ut i fält i jämförelse med plantor som ej utsatts för angrepp?
3. Visar naturliga fiender en ökad attraktion till pellets med MeSA i jämförelse med kontrollpellets?

För att konkretisera studien användes havrebladlöss (*Rhopalosiphum padi*) som skadegörare och NF till bladlöss som studerats som modellorganismer har inkluderat familjerna nyckelpigor (*Coccinellidae*), jordlöpare (*Carabidae*), kortvingar (*Staphylinidae*) och ordningen spindlar (*Araneae*).

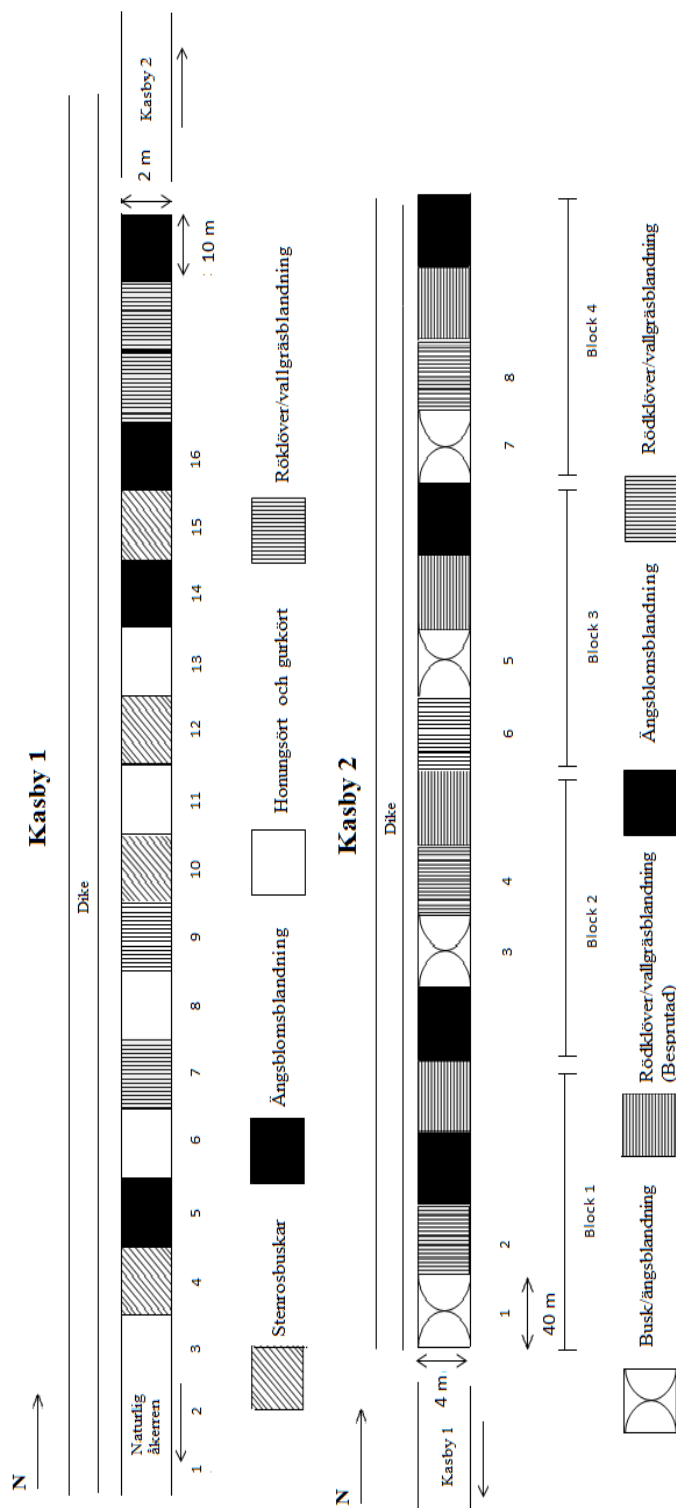
2 Utförande

Studien bestod av två delförsök och utfördes mellan 30 maj och 11 juni 2016 med påbörjade förberedelser den 16 maj:

1. Burar med havreplantor infekterade med bladlöss (N = 16) samt kontrollplantor utan bladlöss (N= 16) placerades ut intill en åkerren med olika utformningar av vegetation. Naturliga fiender till bladlöss insamlades med fallfällor placerade framför burarna.
2. Fallfällor omgivna av pellets med metylsalicylat (MeSA) (N = 8) jämte fallfällor omgivna av kontrollpellets enbart bestående av paraffin (N = 6) placerades ut längs med en åkerren närliggande försök 1, för insamling av naturliga fiender till bladlöss.

3.1 Försöksplats

Försöksplatsen är belägen nära Kasby gård, 16 kilometer utanför Uppsala i Knivsta kommun. Åkerrenen (59°47'57.6"N 17°49'38.2"E (Google, 2016)) som försöket utförts vid utgör ett långliggande försök uppdelat i två delar: Kasby 1 och Kasby 2. Kasby 1 anlades år 1988 och Kasby 2 år 1988 till 1989 (SLU, 2013). Kantzonens olika delar är anlagda i fyra block med fyra olika försöksrutor utgjorda av varierade utformningar av vegetation (SLU, 2013). Vid kantzons anläggande lades försöksrutorna ut slumpvist inom varje block varvid både Kasby 1 och Kasby 2 består av 16 försöksrutor vardera med fyra upprepningar av varje vegetationsutformning (SLU, 2013). Försöksrutorna i Kasby 1 är 2 m breda och 10 m långa medan de i Kasby 2 är 4 m breda och 40 m långa (SLU, 2013). Utformningen av Kasby 1 och 2 samt utplacering av burar och fallfällor intill kantzonen visas i Figur 1.



Figur 1. Omarbetning efter figur från Waldén, E. (2011) Long term development of vegetation in established permanent field margins. Sveriges lantbruksuniversitet: Institutionen för ekologi (Mastersuppsats 2011:20). Upplägg av kantzoner vid Kasby 1 och 2. Rutor med olika mönster visar anlagd växtlighet per utformning. Respektive behandling (Kasby 1: stenrosbuskar, ångsblomsblandning, honungsört och gurkört, rödklöver/vallgräs, Kasby 2: busk/ångsblomsblandning, rödklöver/vallgräs (besprutad), ångsblomsblandning, rödklöver/vallgräs (obesprutad)) är upprepad fyra gånger per behandling. Siffrorna under bilden för Kasby 1 redogör för numreringen av fallfällor och hur de placerades i förhållande till behandlingarna i kantzonen. Udda nummer är fallfällor med blanka pellets och jämna nummer är fallfällor med metylsalicylat. Under figuren av Kasby 2 anger siffrorna numrering för respektive upprepning per kantzonsutformning samt vilket block upprepningarna tillhörde. Observera att nr 6 kommer före nr 5 i ordningen i figuren för att koda busk/ångsblomsblandning med udda nummer och upprepningar av rödklöver/vall med jämna nummer.

Vid anläggandet utgjordes vegetationsutformningarna i Kasby 1 av stenrosbuskar; ängsblomsblandning; rödklöver och vallgräs insått i korn; hundäxing, ängssvingel, gurkört och honungsört (SLU, 2013). Kasby 2 utgjordes av utformningarna: busk/ängsblomsblandning; ängsblomsblandning; rödklöver/vallgräsblandning; samt rödklöver/vallgräsblandning som besprutades ett år efter anläggandet av försöket (SLU, 2013). Upplägg av behandlingar och upprepningar redovisas i Figur 1. Under sensommar/tidig höst sker årligen en avslagning av vegetationen som utgörs av gräs och örter, med bortförsl av den avslagna biomassan (SLU, 2013). Rutorna med busk/ängsblomsblandning lämnas orörda (SLU, 2013; Waldén, 2011) förutom vid behovsanpassad putsning om växtligheten hänger ut över angränsande åker (SLU, 2014). Kantzonen ligger intill ett dike åt väst som angränsas av en gräsbevuxen åkerren med påföljande åker på motsatt sida diket. Bilder av försöksplatsen visas i Figur F1, Appendix F.

Waldén (2011) visade att artrikedomen bland växterna i kantzonen fortfarande skiljer sig avsevärt mellan behandlingarna i Kasby 1 och 2 nästan 25 år efter kantzons anläggande. I min studie har förekomst av naturliga fiender (NF) på åkermark undersökts intill försöksrutorna med busk/ängsblomsblandning (B/M) och rödklöver/vallgräs (R/L). Denna avgränsning grundar sig dels i regler för skyddszoner där huvudgrödan ska utgöras av vallgräs men med tillåtelse av vallbaljväxter eller örter för att gynna nyttodjur (Jordbruksverket, 2016b). Påverkan av buskage på förekomst av NF är intressant att undersöka för att se om även de har positiv inverkan på förekomsten av NF. Inom kantzonen vid Kasby 2 var B/M den vegetationsutformning som dessutom skiljdes sig mest strukturmässigt från resterande utformningar, även om artdiversiteten i flora visat sig skilja sig åt även i dessa (Waldén 2011). Genom att inkludera B/M som utformning i studien erhöles störst skillnad till den jämförande behandlingen R/L.

Urvalet av R/L bland de tre kortbevuxna kantzonsutformningarna gjordes baserat på att R/L enligt Waldén (2011) hade minst antal återfunna arter jämfört med de andra två kortvuxna behandlingarna. Därmed antogs att R/L med mest homogen artförekomst var den utformning som mest liknar grundnivån för tillåten utformning av skyddszoner enligt regelverk (se Jordbruksverket, 2016b). Således ansågs R/L som bäst referens till B/M, då B/M är minst lik dagens rekommendationer vid anläggandet av kantzoner generellt för att gynna nyttoorganismer (se Jordbruksverket, 2016c). Dock måste framhållas att trots minst artvariation i R/L i jämförelse med de två andra kortbevuxna utformningarna i Kasby 2, var sammansättningen i R/L ändå heterogen och under försöksperioden var den visuella skillnaden mellan de lågvuxna behandlingarna relativt liten.

Buskagen i B/M i upprepning 2 och 3 var fortfarande täta och svårgenomträngliga när min studie utfördes i likhet med Waldéns studie (2011). Upprepning 1 och 4 utgjordes av glesare buskage med visuellt mer marknära växtlighet (se Figur 1 för hänvisning till upprepningar). Dominerade art i B/M var slån (*Prunus spinosa*) med inslag av varierande mängd marknära örter och gräs. För utförligare beskrivning av kantzonernas ingående arter se Waldén, 2011.

På fältet intill kantzonen drivs konventionell odling. Vårkorn av whiskeykornsor-ten Makof (Antonsson, 2016¹) med vallinsådd såddes i mitten av maj strax innan försöket påbörjades. Kornet gödslades den 10 juni. Utöver detta lämnades grödan orörd under försökets två veckor. Omkringliggande landskap är flackt med långsmala åkrar omgivna av skogsvuxen terräng samt en bit betesmark intill en bit av fältet på motsatt sida åkerrennen.

3.2 Försök 1

Detta försök gjordes för att få svar på frågeställningarna:

- Hur påverkar skötsel och vegetationsutformning av kantzoner förekomst och sammansättning av naturliga fiender till bladlöss?
- Visar angripna plantor en större benägenhet att attrahera naturliga fiender ut i fält i jämförelse med plantor som ej utsatts för angrepp?

Havre (sort Belinda, grobarhet 96 %, tusenkornvikt 44,2 g) planterades i krukor (10 cm x 10 cm x 7 cm) den 16 maj, två veckor innan utplantering i fält. Sådd gjordes i såjord gödslad med mineralgödsel, innehållande perlit och med pH 6.0 (Hasselfors Garden, 2016). I varje kruka planterades 20 frön vardera. Totalt såddes havre i 35 krukor varav 3 sådda krukor utgjorde reservplantor. Krukorna placerades i klimatrum under en vecka med daglig tillsyn och vattning vid behov.

Havreplantorna infekterades med bladlöss den 25 maj. Bladlöss erhöles från Institutionen för växtproduktionsökologi vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Bladlöss som uppförökats på kornplantor skakades av på de 1,5 veckor gamla havreplantorna. Därmed blev antalet bladlöss per havreplanta okänt. Totalt infekterades 17 havreplantor varav 1 reservplanta. Havreplantorna placerades i en nätbur i kallväxthus under fem dagar med daglig tillsyn och vattning vid behov. Plantorna placerades tätt för att möjliggöra uppförökning och spridning av bladlöss mellan plantorna.

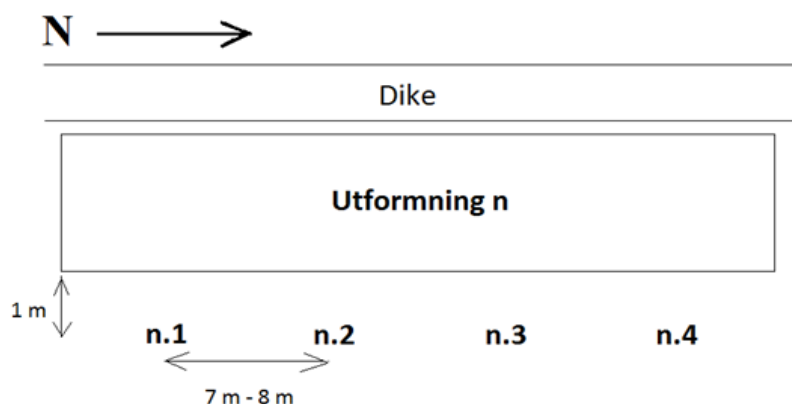
¹ Christoffer Antonsson, Ultuna egendom, 2016-05-30 [muntlig referens]

Utplacering av plantor vid försöksplatsen gjordes den 30 maj under förmiddag till tidig eftermiddag. Plantorna fraktades med bil ut till försöksplatsen i plastbackar. Plastbacken med bladlusinfekterade plantor täcktes med plastfolie innan avfärd för att förhindra oönskad spridning av bladlössen. På försöksplatsen placerades backarna med plantor på marken medan förberedelser för nedgrävning av plantorna gjordes intill kantzonen. Även backen med kontrollplantor täcktes med plastfolie för att förhindra kontaminering av oönskade skadegörare eller vindburna patogener.

Totalt utplacerades 32 plantor med tillhörande fallfällor. 16 plantor infekterade med bladlöss samt 16 obehandlade kontrollplantor. Fallfällor grävdes ned 1 m in i fältet från kantzonen. Fällorna utgjordes av dubbla plastglas med volymen 0.5 l, 12 cm djupa och 10 cm i diameter. Fällorna fylldes med vatten till ungefär 25 procent och täcktes med ett tak bestående av kvadratiska bitar av transparent hårdplast stödd mot marken av fyra spikar i varje hörn. Avståndet mellan plantor, fallfällor och åkerkant utgick från resultatet i Sigfridssons studie *The role of midfield islets in pest control* (2013). Där påvisades en ökad predation av bladlöss mellan 0 cm – 10 cm och 80 cm - 160 cm avstånd från stora åkerholmar, samt mellan 20 cm – 160 cm vid avsaknad av åkerholmar där bladlöss utplacerats i en linje mitt i fälten (Sigfridsson, 2013). Bladluspredationen i närheten av åkerholmarna var överlag högre närmre åkerholmarna (högst predation förekom vid 0,1 m för stora åkerholmar eller vid avsaknad av åkerholmar) (Sigfridsson, 2013). Placeringen med 1 m avstånd mellan fallfällor och kantzon i min studie gjordes för att tydligare undersöka tilldragelse av NF in i fält och samtidigt erhålla ett avstånd med tidigare påvisad (enligt Sigfridssons resultat (2013)) högre förekomst av bladluspredation.

Två av vardera kontrollplantor och infekterade plantor placerades intill varje kantzonsutformning och upprepning med en planta intill varje fallfälla. Avståndet från plantor till fallfällorna var $0,25 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ in mot fältets mitt. Plantorna grävdes ned utan krukor med 7 m – 8 m mellan plantorna, varannan infekterad, varannan kontroll. Avståndet mellan de ytterst placerade plantorna i varje kantzonsutformning hölls också till 7 m - 8m. Avstånden mellan plantor stegades upp efter en första referensmätning av mellanrum på 8 m gjord med måttband. Således uppstod variationen i avstånd mellan burarna. Över samtliga plantor placerades metallburar omgärdade av fasttejpplast. Syftet med dessa burar var att begränsa bladlössen till infekterade plantor och hålla kontrollplantor fria från bladlöss. Plasten var genomströmningsbar för luft genom små hål. Burarna stabiliserades med en käpp nedtryckt i marken vilka fästes med packtejp mot burarna som skydd mot blåst och annan mekanisk påverkan. En röd vimpel fästes på käpparna för att visa burarnas

position för lantbrukaren. Figur 2 visar placering av burar intill en hypotetisk kantzonsutformning.



Figur 2. Placering av plantor per block och kantzonsutformning vid försök 1. Figuren visar placeringen av burar vid en generell upprepning av kantzonsutformning där 'n' står för upprepningens nummer av antingen busk/ängsblomsblandning eller rödklöver/vallgräs. Siffran efter, 1-4, anger respektive plantas position vid behandlingen. Udda nummer anger kontrollplantor och jämna nummer anger plantor infekterade med bladlöss.

3.3 Försök 2

Detta försök gjordes parallellt med försök 1 för att angripa frågeställningen:

- Visar naturliga fiender en ökad attraktion till pellets med metylsalicylat (MeSA) i jämförelse med kontrollpellets?

Vid Kasby 1 placerades 16 fallfällor ut (10 cm i diameter och 12 cm djup) 1 m in i fältet. Avståndet mellan dessa fallfällor var något mer än 10 m uppstegat efter en referensmätning med måttband. Variation i avstånd fanns med upp till +0,5 m. Varannan fälla omgärdades av kontrollpellets (blank) av enbart paraffin (Forsknings och framsteg, 2011), varannan av pellets med MeSA och paraffin. Upplägget med varannan fallfälla med blank, varannan med MeSA gjordes för att hålla samma principupplägg som försök 1. Avståndet mellan fallfällorna på 10 m valdes för att MeSA inte skulle riskera att medföra respons hos plantor intill kontrollpelletsen (se Shulaev, Silverman & Raskin, 1997) samtidigt som det önskades att få plats med ett flertal upprepningar av utplacerade behandlingar för att kunna analysera resultaten statistiskt.

Runt fallfällorna placerades 4 pellets ut med antingen MeSA eller blank. Mellan pellets och fallfälla var avståndet ungefär 15 cm. Pellets placerades i kvadratisk form runtom fallfällorna. Nedgrävning, påfyllning av vatten samt markering av fallfällornas position gjordes på samma sätt som i försök 1 (rubrik 3.2 Försök 1).

3.4 Kontroll av fallfällor

Fallfällorna tömdes varannan dag med första tömning den 1 juni och sista tömning den 11 juni. Tömningen påbörjades vid försök 1, block 1, upprepning 1 och fortsatte norrut. Försök 2 tömdes sist med start från fälla nr 16 med fortsatt tömning i sydlig riktning. Kontroller av burarna vid varje plant- eller pelletsbehandling gjordes med försök till att reducera antal övergångar över floran. Syftet var att reducera störning vid övergången mellan kantzonsutformning och åker och således hålla transportvägen för NF så intakt som möjligt.

Organismerna upplockades med pincett ur fallfällorna. De organismer som sjunkit till botten hälldes över i en sil för att få bort vatten och sand och plockades sedan upp med pincett. Nytt vatten fylldes på i fallfällorna efter kontrollen. Förvaring av fångst skedde i plastburkar innehållande 70 volymprocent etanol. Vid tömning av fällor räknades även förekomsten av nyckelpigor på burarna och i en cirkelformad yta av 30 cm i diameter runtom buren.

Efter tredje tömningen den 5 juni, tillsattes såpa till vattnet i fallfällorna. Såpan var till för att underlätta att få upp fångsten och att reducera risken att djur flydde vid tömning av fällorna. Vid denna procedur fylldes fällorna med vatten samt några droppar såpa. Fällan skakades milt för att få såpa och vatten att blandas, innan fällan sattes tillbaka i marken.

Burar och plantor kontrollerades en till två gånger dagligen för att upptäcka störningar och tecken på uttorkning. Vid behov ersattes trasiga burar eller fallfällor. Vattning av plantorna skedde en till två gånger under de varmaste dagarna på tidig förmiddag och/eller sen eftermiddag. Vid svalare väder lämnades plantorna obevattnade upp till ett dygn. Volymen vatten till varje planta varierade mellan 3,5 dl till 6 dl som hälldes runt burarna.

Vid den sista tömningen, 11 juni, gjordes en visuell bedömning av bladlusförekomsten på försöksplantorna. Antal löss på ett representativt strå räknades för 9 infekterade plantor. Utifrån dessa antal bedömdes resterande plantor till förekomst av 'många' eller 'fåtal' löss. Som jämförelse undersöktes även förekomsten av

bladlöss i omkringliggande kornplantor på fältet. Räkning av bladlöss på kornplantor gjordes 4 m bort från en försöksplanta. Dels gjordes en räkning diagonalt sett längs med kantzonen på vardera sidan om försöksplantan samt gjordes en räkning 4 m in i kornfältet. På dessa avstånd valdes fyra kornplantor ut och antal bladlöss räknades per planta. Denna bedömning blev endast översiktlig då många bladlöss befann sig under markytan och var således svårräknade.

3.5 Kategorisering av insamlade organismer

Antal insamlade organismer räknades då försöket avslutats. De bestämdes till familjetillhörighet (spindlar enbart till ordning) utifrån kända naturliga fiender till havrebladlöss: nyckelpigor, jordlöpare, kortvingar och spindlar. Resterande fångst klassificerades som 'övrig fångst', bortsett från myror och flugor som uppdelades i separata kategorier efter påvisad ökad förekomst av dessa kategorier över försökets varaktighet. För bestämning av fångsten till familjer användes stereolupp och bestämningsnyckeln *Insekter – en fälthandbok* (Douwes, P., Bellman, H., Sandhall, Å. & Hansson, C. (1997) Stockholm: Stenström Interpublishing AB).

För att göra viss skillnad inom organismgrupperna separerades jordlöpare och spindlar till kategorierna 'små' (mindre än 0,5 cm) och 'stora' (större än 0,5 cm) individer. Denna kategorisering baserades på att stora arter oftare är predatorer medan mindre arter ofta är herbivorer (Sandström, 2013a) varvid uppdelningen syftade till att ge en hänvisning om förekomst av individer med potentiellt olika födoval skiljde sig åt mellan kantzonsutformningarna.

Som begränsning av fångsten vid insamlingstillfällena och vid kategoriseringen gjordes en konsekvent bortselektion av organismer mindre än ungefär 2 mm och allt för späda djur. Denna selektion gjordes på grund av svårigheten att konsekvent upptäcka fångst av denna storlek vid tömning av fallfällorna. En specifik ordning som bortselekerades var hoppstjärtar (*Collembola*) då dessa förekom i allt för rikligt antal för att möjliggöra en korrekt insamling av denna insektordning samt var de irrelevanta för denna studie.

3.6 Statistisk analys

3.6.1 Bakgrund

Analys av insamlade data utfördes i programmet Minitab som har färdiga modeller där användaren, beroende på modell, organiserar sin data med olika interaktions-

grad mellan variabler. En interaktion mellan faktorer innebär att effekten för den ena faktorn (till exempel *Plantbehandling*) är beroende av den andra faktorn (exempelvis *Kantzonsutformning*) (Minitab Inc, 2016a). Data i försök 1 och 2 var antalsdata varvid ett generellt antagande om poissonfördelning gjordes och poissonregression tillämpades som analysmetod. Poissonfördelningen inkluderar positiva diskreta data och anger lika värde för både medelvärde och varians (Coxe, West & Aiken, 2009). Med högre medelvärde antas även datavärdenas spridning öka (Coxe, West & Aiken, 2009). Emellertid kan antalsdata ofta vara mer spridda än vad som är lämpligt för poissonmodellen då variation ofta uppkommer i biologiska data (Olsson, Englund & Engstrand, 2005). Detta hade kunnat avhjälpas genom att exempelvis inkludera en 'random factor' i modellen. En 'random factor' medför att modellen då tar hänsyn till heterogenitet i spridningen av data som inte observerats i stickprovet av en större mängd möjliga mätningar (Rodríguez, 2013). Emellertid fanns inte denna funktion tillgänglig till poissonmodellen i Minitab varvid modellen är ett stickprov som inte kan generaliseras för kantzonen i sin helhet. För utförligare beskrivning av 'random factors' se rubriken 3.6.3 Begränsningar.

Förutom poissonfördelning gjordes även försök med ANOVA-tester där rådata ändrats genom kvadratrotstransformering för att erhålla en enhetligare varians (Cameron & Trivedi, 1998). Transformerings görs för att data ska likna en normalfördelning som hypotestester, däribland ANOVA-tester, ofta kräver (McDonald, 2009). ANOVA som modell förkastades till förmån för poissonmodellen och att kunna räkna med rådata istället för transformerade data. Dock visade även de utförda ANOVA-testerna på snarlika resultat som analys med poissonregression.

3.6.2 Statistisk modell

Vid tömning av fällorna den 5 juni var fällan vid planta 3.4 uppgrävd och tömd på innehåll, varvid ingen räkning av insamlade organismer kunde göras. Detta insamlingsstillfälle har således uteslutits för planta 3.4 i signifikanstesterna. Gällande försök 1 analyserades variablerna: *Tid*; *Kantzonsutformning*; *Plantbehandling*; *Uppprepning*; *Plantnummer*. Termer som analyserades genom 'crossed factors' var för försök 1 *Tid*Kantzonsutformning* och *Kantzonsutformning*Plantbehandling*. Variabler för försök 2 var *Tid* och *Pelletsbehandling* med *Tid*Pelletsbehandling* som ytterligare inkluderad term i modellen. *Tid* i dessa termer innebär insamlingsdatum. 'Crossed factors' innebär att samtliga alternativ inom två faktorer är kombinerade med varandra (Minitab Inc, 2016b). För ovanstående termer innebär det i försök 1 att tömning av samtliga fallfällor vid båda kantzonsutformningarna sked-

de vid samtliga insamlingstillfällen, samt att båda sorters plantbehandlingar var utplacerade vid båda kantzonsutformningar. Dessa termer var intressanta för att i försök 1 ta reda på skillnad i antal insamlade NF mellan insamlingstillfällen samt om de skiljde sig i antal mellan plantbehandlingarna inom respektive kantzonsutformning. I försök 2 syftar termen *Tid*Pelletsbehandling* till att samtliga insamlingstillfällen var kombinerade med båda typer av pelletsbehandling. Denna term var av intresse för att undersöka om en systematisk skillnad fanns i insamlade NF mellan pelletsbehandlingarna och insamlingstillfällen över insamlingsperioden. Analys av enbart termen *Pelletsbehandling* var relevant för att få en bild över skillnader av insamlade NF i medeltal mellan pelletsbehandlingarna över den sammanlagda insamlingsperioden.

3.6.3 Begränsningar

Vissa begränsningar i Minitab medförde att den tillämpade modellen blev grundläggande och inte påvisade på så många interaktioner mellan undersökta variabler som önskat. De faktorer som var av intresse inkluderades men interaktion mellan faktorer som ofrivilligt exkluderades skulle kunna ha påverkan på resultaten. En begränsning var att två faktorer i analys av försök 1 ofrivilligt exkluderades av programmet ur den uppsatta modellen vid utförande av regressionsanalysen. Faktorerna som exkluderades var *Upprepning* och *Plantnummer*. I analys av försök 2 var jag själv tvungen att exkludera faktorn *Nr fallfälla* som angav vilken av fälterna med vilken pelletsbehandling som åsyftades. Detta då termen *Pelletsbehandling* annars ofrivilligt exkluderades av programmet, vilket var den faktor som huvudsakligen önskades att analyseras.

Ytterligare en begränsning var avsaknad av funktionen att inkludera 'nested' och 'random' faktorer i poissonmodellen. 'Nested factors' innebär en interaktion mellan olika faktorer där nivåerna i en faktor är snarlika och nivåer i en annan variabel är kopplade till olika nivåer i den förstnämnda faktorn (Minitab Inc, 2016a). Således uppstår ett beroende mellan de faktorer som är 'nested' i varandra. I försök 1 var *Plantnummer* 'nested' i *Plantbehandling* då de utplacerade plantorna hade olika behandlingar åsyftande om de var infekterade med bladlöss eller inte. *Upprepning* som faktor angav vilken upprepning från söder till norr i kantzonen som resultaten erhöles från. Upprepningar med udda nummer angav *Kantzonsutformning* B/M och jämna nummer angav *Kantzonsutformning* R/L. nivåerna B/M och R/L inom faktorn *Kantzonsutformning* var snarlika då båda utgjorde två vegetationsutformningar inom en kantzon och var utformade på samma sätt bortsett från deras respektive ingående vegetation. *Upprepning* blev således 'nested' i *Kant-*

zonsutformning då de olika upprepningarna interagerade med en av kantzonsutformningarna.

'Random factors' är faktorer med nivåer valda ur ett större antal nivåer och som genom att anges som 'random' kan ses som allmängiltiga för resterande nivåer som inte är inkluderade vid mätningen (Minitab Inc, 2016c). 'Random factors' i försök 1 och 2 skulle ha varit *Plantnummer* och *Nr fallfälla*. Dessa faktorer verkade som enstaka insamlingspunkter vid försöken, men insamlingspunkterna skulle kunna ha skett på andra platser längs med de bägge kantzonerna. Därmed bör faktorerna ha satts till 'random' för att göra termerna allmängiltiga för hela kantzonen. Att sätta dessa faktorer som 'random' är emellertid en diskussionsfråga då placeringen av fallfällor och plantor vid varje upprepning var identisk och således kan ha gett upphov till systematiska fel i studien. Därmed uppstår frågan hur allmängiltigt resultatet kan anses vara. Vid ett liknande försök i större skala hade en fördel varit slumpmässig utplacering av fällor och kontroll/bladlusinfekterade plantor för att reducera systematiska fel. Denna faktor har främst påverkan på resultatet av *Plantbehandling*, då det var den faktor som skiljde plantorna åt inom kantzonsutformningarna. För erhållna resultat i denna studie har systematiken förmodligen haft mindre påverkan på grund av att kornplantorna runt om försöksplantorna också var infekterade med bladlöss och således bör ha reducerat skillnader plantor emellan.

Att dessa begränsningar i Minitab medfört en så pass förenklad modell innebär att den statistiska analysen blivit förenklad. Utformningen av försöket har inneburit att allt för komplexa modeller inte möjliggjorts men det är möjligt att interaktionerna mellan faktorer och nivåer inom faktorer kunnat påverka analysens utfall.

3.7 Litteratur

Referensmaterial har eftersökts i internetbaserade databaser: Primo som tillhandahålls av Sveriges Lantbruksuniversitets bibliotek, Web of Science samt till viss del i Google Scholar. Databasen Google har använts för sökning efter trivial information. Varianter på sökord som använts i olika kombinationer har bland annat varit:

analysis of variance, ANOVA, *Araneae*, attract*, *Carabidae*, *Coccinellidae*, crop reduct*, communication*, confidence interval, cherry oat aphid*, cost*, damage*, diet*, distribution, field margin*, flor*, floral resource*, flow*, habitat*, hedg*, herbivor*, herbivore-induced plant defence, HIPV*,

insect*, kantzon*, MeSA, Methyl salicylate, naturliga fiend*, natural enem*, olfactory respons*, pest*, pesticid*, plant*, plant communication, plant defenc*, plant volatil*, *Rhopalosiphum padi*, *Staphylinidae*, VOC*

Två ingångar har använts vid litteratursökningen. Dels sökande efter studier relaterade till de specifika predatorfamiljerna som studien fokuserat på. Både gällande kantzonsutformning och gällande metylsalicylat. Sökning efter referenser angående metylsalicylat har också varit riktad mot verkan på havrebladlöss. Det andra fokusområdet var sökning efter studier gjorda på olika utformning av kantzoner där familjer och arter av NF varit en sekundär faktor.

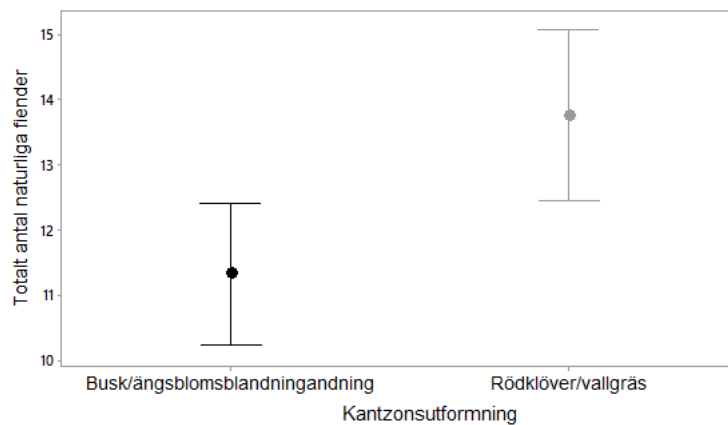
Ingående referenser har främst bestått av tidskriftsartiklar, böcker, broschyrer, faktablad och webbsidor. Val av referenser har främst inriktats mellan år 2010 till år 2016 för att erhålla nyligen framtagen forskning. Äldre källor har använts vid avsaknad av nyligen producerade forskningsresultat relevanta för min studie, samt för bakgrundsinformation om problematiken som studien omfattar. För referenser i form av rapporter och tidskriftartiklar har hänsyn tagits till om de varit peer reviewed samt till aktuell utgivare. Strävan har varit att hitta forskning i förhållande till stråsäd, kantzoner, naturliga fiender och bladlöss. Då detta tillfälligtvis varit svårt att hitta har i andrahand val av referenser gjorts efter snarlika omständigheter till det praktiska utförandet i denna studie. Avseende har varit på kantzonernas utformning, främst från svenska och europeiska förhållanden. För att få en bredare överblick över forskningsresultat har även referenser från utanför Europa inkluderats. Många studier har gjorts på andra grödor än stråsäd. Dessa studier har emellertid inkluderats i detta arbete för att få en indikation på kantzoners generella verkan på förekomst av NF i odlingsmiljö.

Vid inkludering av referenser som utgör webbsidor har hänsyn tagits till hemsidans upphovsman för att erhålla någon säkerhet i att den framhållna informationen är korrekt. Många av hemsidorna har tillhört myndigheter och organisationer kopplade till jordbruk både i Sverige och utomlands. Exempelvis har Jordbruksverket varit en konsekvent använd referens gällande regelverk och svenska jordbruksförhållanden. Denna referens har medvetet använts på grund av myndighetens ansvar inom den svenska jordbrukssektorn.

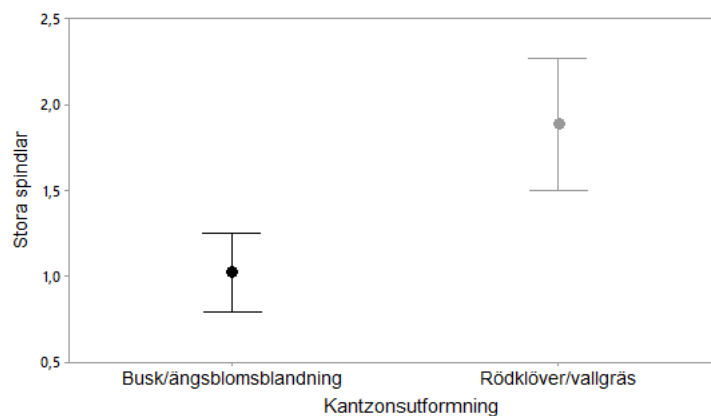
3 Resultat

3.1 Naturliga fiender vid olika kantzonsutformningar

Vid Kasby 2 insamlades totalt 3894 organismer varav kategorierna jordlöpare, nyckelpigor, kortvingar och spindlar utgjordes av 2393 stycken. Resterande 1501 organismer utgjordes av kategorierna myror,flugor och övrigt. Jordlöpare var den kategori med flest antal insamlade individer. Sammantaget över insamlingsperioden insamlades signifikant fler totalt antal naturliga fiender (NF) vid rödklöver/vall (R/L) (1318 stycken) än vid busk/ängsblomsblandning (B/M) (1075 stycken) ($X^2 = 4,41$ $p = 0,036$ utslaget på respektive kantzonsutformning och upprepning) (Figur 3). Se Tabell A1, Appendix A för redogörelse av antal insamlade individer i samtliga organismgrupper i försök 1. Skillnaden mellan kantzonsutformningarna utgjordes av signifikant fler stora spindlar ($X^2 = 8,89$ $p = 0,003$) (Figur 4). För resterande kategorier erhöles ingen signifikant skillnad mellan kantzonsutformningarna (Tabell A2, Appendix A).

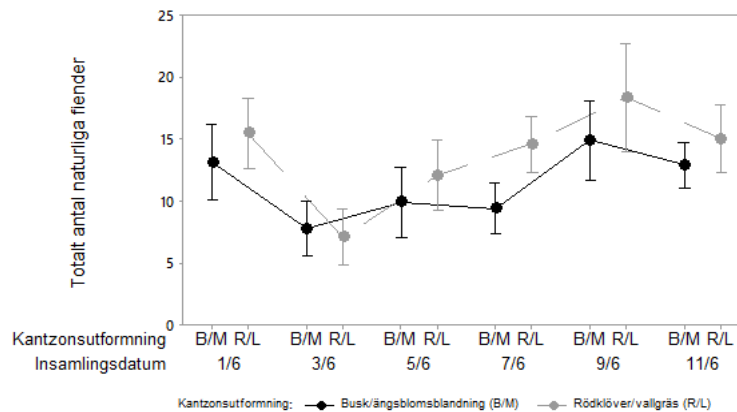


Figur 3. Figuren visar antal naturliga fiender per kantonsutformning som genomsnittligt antal insamlade naturliga fiender per kantonsutformning: busk/ängsblomsblandning (B/M) och rödklöver/vallgräsblaning (R/L), över hela insamlingsperioden 1/6 till 11/6 2016. Prickarna visar medelvärdet, intervallstrecken visar standardavvikelsen. Observera att Y-axelns skalstreck börjar från 10. Signifikant fler naturliga fiender insamlades vid R/L än B/M ($X^2 = 4,41$ $p = 0,036$). Individuella standardavvikelser har använts för beräkning av intervallen.



Figur 4. Genomsnittligt antal stora spindlar per kantonsutformning över hela insamlingsperioden (1/6 – 11/6 2016). Prickarna visar medelvärdet och intervallstrecken visar standardavvikelsen. Observera att skalan på Y-axeln börjar vid 0,5. Signifikant fler stora spindlar insamlades vid R/L än vid B/M ($X^2 = 8,89$ $p = 0,003$). Intervallen är beräknade med individuella standardavvikelser.

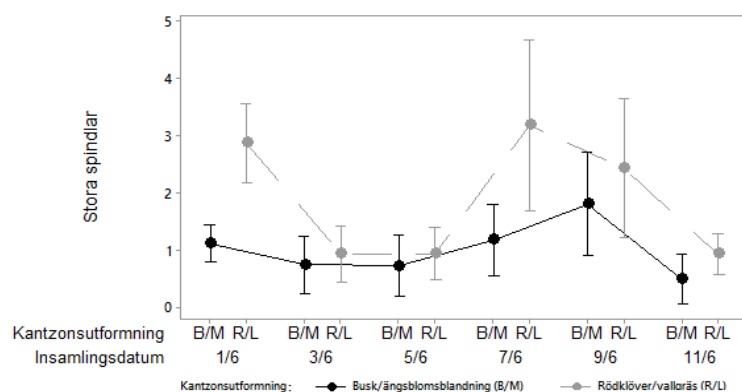
Överlag syntes en variation i insamlade organismer mellan insamlingstillfällena. Ingen signifikant interaktion erhöles dock med faktorn *Tid*Kantzonsutformning*, varken för totalt antal NF ($X^2 = 10,60$ $p = 0,060$) (Figur 5; Tabell A3, Appendix A) eller för någon av kategorierna av NF. Därmed går det inte att påvisa någon skillnad av vegetationsbehandlingarnas effekt på antal insamlade NF per insamlingstillfälle.



Figur 5. Antal insamlade naturliga fiender per kantsonsutformning och insamlingstillfälle i genomsnitt per planta under insamlingsperioden 1/6 – 11/6 2016. Punkterna visar medelvärdet för varje insamlingstillfälle och strecken visar standardavvikelsen. Ingen signifikant skillnad erhöles mellan någon av kantsonsutformningarna mellan insamlingstillfällena.

Dock visar Figur 5 visuellt att totalt antal NF vid R/L i medeltal var fler än vid B/M oberoende av insamlingstillfälle undantaget insamlingstillfälle 2 (3 juni) då det var något fler NF vid B/M.

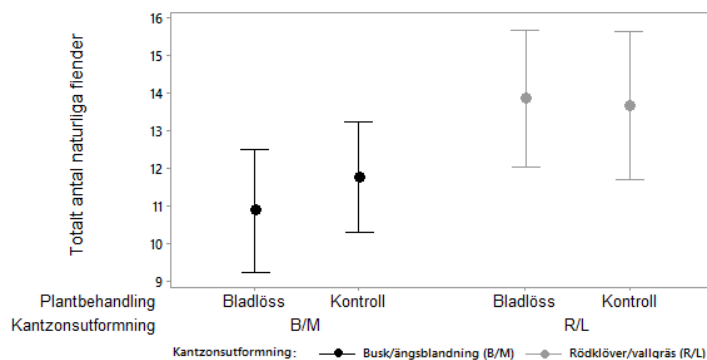
Liknande kurvatur med fler NF vid R/L över tid i jämförelse med B/M syntes för samtliga övriga organismgrupper utom för jordlöpare. För både stora och små jordlöpare var antal insamlade organismer jämnare mellan kantsonsutformningarna. Spindlar som samlad kategori har varit drivande i ökat antal NF vid R/L över insamlingsperioden överlag, då det var den enda organismkategori av NF som vid samtliga insamlingstillfällena i genomsnitt insamlats i högre antal vid R/L än vid B/M (Figur 6). Detta påvisas även visuellt då kurvaturen i Figur 6 är snarlik Figur 5 i jämförelse med antal i övriga organismgrupper. I stort sätt är skillnaden mellan insamlingstillfällena således densamma för det totala antalet NF oberoende av insamlingstillfälle, vilket drivs av antal insamlade spindlar.



Figur 6. Antal insamlade stora spindlar per insamlingstillfälle och kantzonsutformning i genomsnitt per planta över hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Punkterna visar medelvärdet för varje insamlingstillfälle och intervallstrecken vid varje punkt visar standardavvikelsen. Ingen signifikant skillnad syntes mellan kantzonsutformningar och insamlingsdatum.

3.2 Attraktion till rödklöver/vallgräsblandning och busk/ängsblomsblandning

Mellan plantbehandlingar erhöles ingen signifikant skillnad inom någon av kantzonsutformningarna varken för totalt antal NF ($X^2 = 1,37$ $p = 0,242$) (Figur 7) eller för någon av organismkategorierna (Tabell A4, Appendix A).

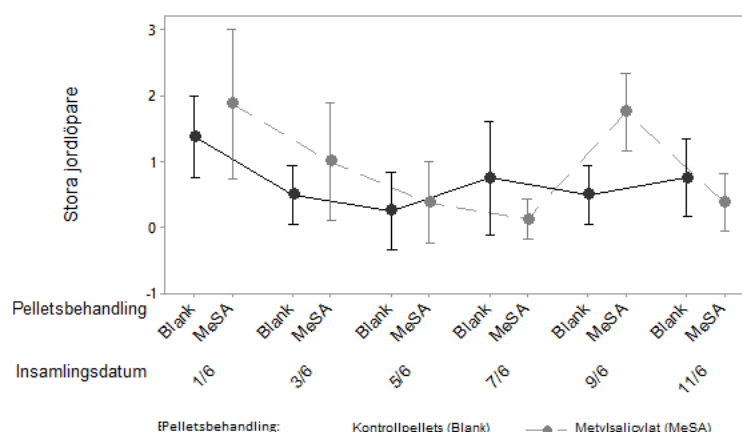


Figur 7. Grafen visar genomsnittligt antal naturliga fiender per plantbehandling inom de båda kantzonsutformningarna busk/ängsblomsblandning (B/M) och rödklöver/vallgräs (R/L) sammantaget över hela insamlingsperioden 1/6 till 11/6. Punkterna anger medelvärdet per planta, intervallstrecken anger standardavvikelsen. Skillnaden mellan plantbehandlingarna är ej signifikant ($X^2 = 1,37$ $p = 0,242$) Observera skalan på Y-axeln som börjar från 9.

3.3 Attraktion till pellets med metylsalicylat och kontrollpellets

Vid Kasby 1 insamlades totalt 1474 organismer med flest totalt antal individer av NF i kategorin Jordlöpare. Antal insamlade organismer för respektive pelletsbehandling och organismkategori redovisas i Tabell A5, Appendix A.

För faktorn *Tid*Pelletsbehandling* erhölls den enda signifikanta skillnaden för stora jordlöpare ($X^2 = 11,47$ $p = 0,043$) med fler stora jordlöpare vid MeSA än kontrollpellets. Denna skillnad syns mellan separata insamlingstillfällen men ej som generellt mönster mellan pelletsbehandlingarna över den sammanlagda insamlingsperioden (Figur 8, Tabell A5, Appendix A). Figur 8 visar att fler antal stora jordlöpare insamlades vid fallfällor med pellets med MeSA jämfört med kontrollpellets vid insamlingstillfällena 1/6, 3/6, 5/6 samt 9/6. Fler stora jordlöpare insamlades vid kontrollpellets den 7/6 och den 11/6. Effekten av pelletsbehandlingarna tycks således vara olika vid de olika insamlingstillfällena.

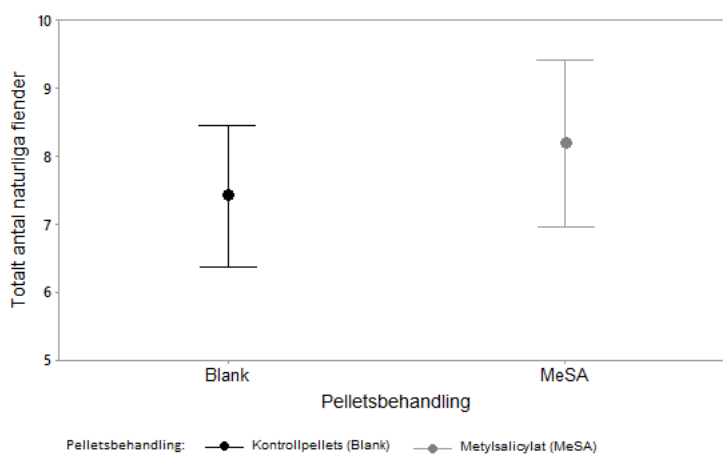


Figur 8. Grafen visar genomsnittligt insamlat antal stora jordlöpare per pelletsbehandling. Punkter visar medelvärde för varje insamlingstillfälle och intervallstrecken visar standardavvikelse. Variabeln tid anger insamlingsdatum: 1/6, 3/6, 5/6, 7/6, 9/6 och 11/6 i kronologisk ordning. Signifikant fler individer insamlades vid MeSA ($X^2 = 11,47$ $p = 0,043$) än vid kontrollpellets. Dock går det ej att utifrån resultaten se en signifikant skillnad vid något specifikt datum.

Totalt antal NF ($X^2 = 6,43$ $p = 0,267$) (Figur A1, Appendix A) och spindlar ($X^2 = 6,18$ $p = 0,289$) visade ingen signifikant skillnad mellan pelletsbehandlingarna och insamlingstillfällen. Samtliga nummervärden gällande huvud- och underkategorier av insamlade naturliga fiender redogörs för i Tabell A6, Appendix A.

Över hela den sammanlagda insamlingsperioden påvisades ingen signifikant skillnad mellan pelletsbehandlingar varken för kategorierna jordlöpare, spindlar eller totalt antal NF ($X^2 = 1,45$ $p = 0,228$) (Figur 9; Tabell A7, Appendix A).

Den statistiska modellen kunde inte generera data för kortvingar eller nyckelpigor som enskilda organismkategorier. Därmed saknas numeriska värden för dessa organismer och går inte att påvisa skillnader, likheter eller signifikans för dessa organismer för någon av faktorerna *Tid*Pelletsbehandling* eller *Pelletsbehandling*. Figurer över interaktionen för dessa faktorer redovisas gällande kortvingar och nyckelpigor i Figur A2, A3 och A4, Appendix A för att ge en visuell bild över antalet insamlade individer inom de båda organismkategorierna.



Figur 9. Genomsnittligt antal insamlade naturliga fiender för vardera pelletsbehandling totalt över hela insamlingsperioden. Prickarna visar medelvärde för hela insamlingsperioden per behandling, intervallstrecken visar standardavvikelsen. Observera Y-axelns skala som börjar vid 5. Ingen signifikant skillnad erhöles mellan pelletsbehandlingarna ($X^2 = 1,45$ $p = 0,228$).

3.4 Övriga observationer

Redan vid första insamlingstillfället noterades havrebladlöss i kornet runtom fallfällorna och burarna med havreplantor. Växtskyddcentralen i Uppsala hade tidigare under våren meddelat om hög förekomst av havrebladlöss på hägg (Växtskyddcentralen Uppsala, 2016a). Senare under våren angavs vissa fält vara drabbade av stort antal bladlöss som satt svåråtkomligt på stälkar och i vissa fall under markytan (Växtskyddcentralen Uppsala, 2016b). Denna svåråtkomliga placering av bladlöss syntes även på kornplantor runtom burar och havreplantor. Denna

placering medförde svårighet att bedöma kvantitativ bladlusförekomst på kornplantorna i fältet. Emellertid konstaterades en variation i bladlusantal mellan individuella kornplantor.

Uppskattningen av antal bladlöss på havreplantorna tillhörande försök 1 visade på relativt stor variation i antal bladlöss mellan bladlusinfekterade havreplantor. Även på dessa plantor försvårades den kvantitativa uppskattningen av att många bladlöss var placerade på stjälken under markytan. På 7 av 16 kontrollplantor påträffades också bladlöss. Dessa bladlöss var få till antalet jämfört med de från början infekterade havreplantorna. Att kontrollplantor infekterats kan antingen skett genom att burarna var något otäta, alternativt skedde oavsiktlig infektion vid försökets uppstart när plantorna planterades. Som helhet går det inte att avgöra om bladlusförekomsten på infekterade havreplantor var större i jämförelse med kornplantor där bladlusförekomst var önskad.

Runtom fallfällor och plantor noterades aktivitet av NF utöver de som insamlades från fallfällorna. Trots ett fåtal nyckelpigor i fallfällorna var flertalet nyckelpigor aktiva runtomkring burarna, vilket också gällde spindlar och jordlöpare. Under senare delen av insamlingsperioden ökade förekomst av nyckelpigeägg och larver i fältet. Nyckelpigor som räknades runt burar och fallfällor var numerärt fler vid R/L än vid B/M summerat från både kontroll och bladlusinfekterade plantor. Emellertid var skillnaden ej signifikant mellan kantzonsutformningarna med nyckelpigor runt burarna inräknade med nyckelpigor insamlade i fallfällor, varken över den totala insamlingsperioden ($X^2 = 0,01$ $p = 0,916$) eller i samspel mellan kantzonsutformningarna och insamlingstillfälle ($X^2 = 9,10$ $p = 0,105$).

Under försökets gång skedde en del störningar av burar och fallfällor. Tak var borttagna från sin plats ovan fällorna samt genom uppgrävda och trasiga burar. Burarna vid upprepning 3 vid Kasby 2 utsattes för mest frekvent störning. Vid samtliga tillfällen då någon åverkan noterades var någon av fällorna eller burarna vid upprepning 3 påverkade. Övriga påverkade fällor/burar påverkades inte till samma återkommande grad. Samtliga noteringar om störningar för försök 1 redogörs för i Tabell A8 i Appendix A. Fallfällorna vid Kasby 1 var inte utsatta lika frekvent. För dessa noterades endast ett tak som var uppdraget den 3 juni för fälla nr 12, samt ett trasigt tak den 7 juni för fälla nr 14. Uppenbara bevis på att fåglar stört burarna fanns i form av spillning, fjädrar och hack i plasten. Möjligheten finns att ett större djur varit i farten vid det tillfälle då planta 3.4 var uppgrävd.

Väderleken under insamlingsperioden varierade med lägre min- och maxtemperaturer mellan kvällen den 4 juni till den 6 juni, samt mellan den 8 juni till den 11

juni (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 2016a). Molnigheten var varierande med vissa dagar med mer sol. En del nederbörd kom runt Uppsala innan försökets uppstart (10,4 mm mellan den 25/5 - 26/5 och 11,0 mm mellan den 26/5 - 27/5) samt under försökets sista dagar (9,3 mm 7/6 - 8/6, 0,3 mm 8/6 - 9/6 och 1,9 mm 10/6 - 11/6) (Vädermätningar från Uppsala flygplats) (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 2016b).

4 Diskussion

5.1 Påverkan av kantzonens utformning på förekomst av naturliga fiender

Utifrån resultaten i denna studie går det inte att bekräfta eller avfärda att tid har en så stor inverkan på förekomsten av naturliga fiender (NF) under insamlingsperioden. Detta då resultaten vid jämförelse mellan kantzonsutformning och tid inte var signifikanta för någon av organismgrupperna eller NF totalt. Emellertid påvisades grafiskt en högre andel NF vid rödklöver/vallgräs (R/L) än vid busk/ängsblomsblandning (B/M) för samtliga insamlingstillfällen utom insamlingstillfälle 2 (den 3 juni) (Figur 5). Denna skillnad var emellertid inte signifikant för någon av organismgrupperna eller för totalt antal NF. Varför antalet minskade för båda kantzonsutformningar vid insamlingstillfället den 3 juni är svårt att förklara. Då liknande minskning påvisades för båda kantzonsutformningar berodde det förmodligen på en faktor ej kopplad till behandlingarna i sig och som således inte påverkade resultatet däremellan. Att tid inte påvisat någon skillnad kan bero på att min modell har jämfört tid som kategorisk faktor snarare än som kontinuerlig faktor. Således har jag gjort punktvisa jämförelser mellan kantzonsutformningarna och insamlingstillfällen och inte erhållit resultat över hur antal förhållandet mellan insamlade NF förändras över hela insamlingsperioden.

Även om resultaten inte visade signifikanta skillnader mellan insamlingstillfällen fanns det variation och att antal insamlade NF vid samtliga insamlingstillfällen var fler vid R/L med undantag från den 3 juni förklarar att antal NF sett över hela insamlingsperioden i medeltal var signifikant fler. Jämförelsevis mellan organismgrupperna var spindlar som samlad organismgrupp drivande av mönstret för totalt antal NF. Trenden att de stora spindlarna i medeltal var fler i R/L än B/M över hela insamlingsperioden till skillnad från de andra organismgrupperna, medför att de vid samtliga insamlingstillfällen bidragit till ett högre totalt medeltal av insamlade NF. Därmed har de kombinerat bidragit till en signifikant skillnad sett över

hela insamlingsperioden. Att ingen signifikant skillnad erhöles mellan insamlingsstillfällen tyder antingen på att insamlat material var för litet för att detektera skillnader mellan dessa korta intervall. Alternativt indikerar det att trenden inte beror på tid under min insamlingsperiod.

Att jordlöpare, nyckelpigor och kortvingar haft en mindre betydande roll till det totala antalet NF kan härledas till att det framförallt för dessa grupper insamlades ett lågt antal organismer per planta och insamlingstillfälle. Därmed lär enstaka fler individer i någon av dessa grupper vid någon av kantsonsutformningarna haft en stor påverkan på de numeriska resultaten. Sammanfattningsvis innebär det att insamlingsperioder med korta tidsintervall vid enstaka tillfällen inte varit tillräckligt för att påvisa en signifikant skillnad mellan kantsonsutformningarna. Däremot innebär de sammanlagda tillfällena med ökat antal spindlar vid upprepade insamlingstillfällen att en skillnad gick att upptäcka trots att skillnaden mellan insamlingstillfällen var relativt liten.

Till skillnad från ovanstående resultat har tidigare studier påvisat en tydligare skillnad mellan vilka familjer av NF som påträffats i olika kantsonsutformning. Kortvingar har associerats till häckar och skogsväxtlighet; jordlöpare till högvuxna örter medan spindlar (familjerna *Linyphiidae* och *Lycosidae*) inte visat något tydligt mönster (Eyre & Leifert, 2011). Jämförande miljöer var mellan kort- respektive lång örtväxtlighet, häckar samt skogsväxtlighet (Eyre & Leifert, 2011). Nyckelpigor har visat preferens för blommande växter i jämförelse med fattigare vegetation bestående av höga gräs och örtogräs (Woltz, Isaacs & Landis, 2012); vedartade växter och icke-blommande örter (Bischoff *et al.*, 2016); naturligt återvuxen vegetation (Balzan & Moonen, 2014); samt naturligt återvuxen vegetation, gräs och sist en kombination av denna vegetation inkluderande blommande örter (Ramsden *et al.*, 2015). Samtliga av dessa fyra grupper av NF har också återfunnits i häckar (Pollard & Holland, 2006) vilka generellt anges kan främja förekomsten av leddjur (Thomas & Marshall, 1999). I min litteraturgenomgång har inga studier återfunnits där kortvingar undersöks i samband med blommande kantsoner. Därmed kan jag inte uttala mig om denna familj gällande preferens av kantsonsutformning. Utifrån ovanstående studier verkar det finnas en variation i vilka familjer som återfinns var, vilket jag överlag inte kan påvisa någon likhet eller skillnad utifrån mina resultat. Undantaget är de stora spindlar som visade på en högre förekomst vid R/L.

På en djupare taxonomisk nivå visar Fischer *et al* (2013) i sina resultat en skillnad i förekomst av arter av spindlar och jordlöpare i olika miljöer beroende på artspecialisering. Detta styrks av Asteraki, Hanks & Clements (1995) samt Eyre, Luff &

Leifert (2013) vars studier visar på att preferenser för olika livsmiljöer kan variera mellan olika arter av jordlöpare. Meek *et al* (2002) visade på koppling mellan en viss födopreferens till förekomst i en viss vegetation, vilket också är något som påverkar resultaten i min studie exempelvis då arters storlek kan kopplas samman med deras födoval (Sandström, 2013a). Utifrån mina egna resultat kan jag inte påvisa någon preferens för miljöerna R/L eller B/M utom en indikation på att de stora spindlarna återfanns i större antal vid R/L. Utifrån ovanstående studier på familjenivå verkar det finnas en skillnad i vilka familjer som återfinns i vilken vegetation. Sätts detta i kombination med framhållna studier på artnivå ter det sig svårt att ange att en viss familj återfinns i en viss livsmiljö. Snarare verkar artnivå vara det väsentliga att undersöka då en kantzoon som syftar till att främja NF bör vara fördelaktig för predatoriska arter.

Förekomst av fler stora spindlar i R/L är intressant. Att stora spindlar sammanslaget över insamlingsperioden var signifikant fler i R/L kan tyda på en preferens till denna lägre vegetation. Eyre & Leiferts studie (2011) erhöll inget ihållande association av spindelfamiljerna *Linyphiidae* eller *Lycosidae* till någon specifik vegetationsutformning i de fältkanter de undersökte i sin studie. Eyre & Leifert (2011) jämförde i sin studie olika fältkanter intill olika grödor och jämförande ekologisk och konventionell odling samt under längre period. I förhållande till deras studie är min egen undersökning enbart en punktmätning av förekomsten av NF, inkluderat spindlar, då den enbart ägde rum under så kort tid. Utifrån ovanstående studie blir mitt resultat en indikation på en högre förekomst av spindlar i R/L jämfört med B/M.

Som tillägg till Eyre & Leiferts studie (2011) visade Öberg, Ekbom och Bommarco (2007) att spindlar ur *Linyphiider* och *Lycosider* gynnas av perenner och kantzoner runtom åkermark med omkringliggande skogsvegetation på landskapsnivå. Detta kan bero på diversifierad flora och komplex struktur med tillförsel av föda och övervintringsplatser (Öberg, Ekbom & Bommarco, 2007). Även äldre kantzoner har visat sig ha högre förekomst av spindlar (Baines *et al.*, 1998) och förhållande mellan predator och skadegörare (Denys & Tscharntke, 2001) vilket förklaras av ökad heterogenitet och strukturella skillnader jämfört med yngre kantzoner (Baines *et al.*, 1998; Piffner & Luka, 2000; Pywell *et al.*, 2005; Rouabah *et al.*, 2015). Landskapsnivå kan även sättas i en större kontext för fler grupper av NF och också i deras aktivitet till att förtrycka skadegörare. Martin *et al* (2015) påvisade både högre tillväxt av bladlöss men också högre bladluspredation av naturliga fiender i mer komplexa jämfört med enkla landskap. Därmed hölls bladluspopulationen nere i både enkla och komplexa landskap genom ett mindre antal bladlöss i enklare landskap samt med ökad predation på större bladluskolonier i

mer heterogena landskap (Martin *et al.*, 2015). Emellertid var detta mönster inte lika tydligt gällande marklevande predatorer jämfört med flygande, även om en slutsats i studien var att en hög diversitet av naturliga fiender främjar kontroll av bladlöss trots att det finns en del interaktioner och olika effektiv predation mellan olika grupper av naturliga fiender (Martin *et al.*, 2015).

Förekomsten av spindlar vid platser på olika avstånd från kantzonen kan variera mellan familjer (Thomas & Marshall, 1999) och mellan arter inom familjer (Öberg, Ekbom & Bommarco, 2007). Det är möjligt att struktur och födotillgång i R/L var bättre för de spindlar som insamlades i denna studie jämfört med förekomst av tillgångar i B/M. Dock lär detta inte vara allmängiltigt utan skiljer sig mellan spindelarter och familjer. Ytterligare en faktor som kan ha influerat förekomst av stora spindlar vid R/L är de insamlade individernas jaktbeteenden. Spindlar fångar sina byten antingen genom aktivt jagande eller genom att fånga sina byten i nät (Ekbom 1996; Öberg, 2007). Eftersom jag inte separerade spindlar på familj- eller artnivå går det inte att avgöra vilka jakttekniker de insamlade spindlarna utnyttjar. Ett resonemang som framhålls av Öberg, Ekbom & Bommarco (2007) är att spridningsmönster mellan familjer av spindlar kan medverka till hur de påverkas av utformning av omgivningen på punkt- eller lokal skala. Antagligen har miljön i R/L främjat rörligare spindlar som önskar öppnare marker medan B/M möjligtvis främjar mer stillasittande spindlar med sin mer varierande strukturmiljö. Hade fallfällorna placerats annorlunda hade fångsten möjligtvis sett annorlunda ut i insamlade familjer på grund av annorlunda utformning av livsmiljö som främjar olika arter inom familjerna. Detta har bland annat gjorts av Eyre & Leifert (2011) vilka placerade fällor både i fältkant, 5 m in i fälten och en fälla i fältens mitt. Genom att exempelvis ha placerat fallfällor även inne i kantzonsvegetationen i min studie och inte enbart i grödan intill kantzonen, är det möjligt att fler spindlar hade samlats även i B/M. Det skulle eventuell främjat möjligheten att dra någon slutsats om hur respektive kantzonsutformning främjar spindlar som verkar predatoriska på bladlöss i fält. Det hade möjligtvis gett en indikation på vilka spindlar som fångades i fält också rörde sig i vilken del av kantzonen, om spindlarna bestämts till mer detaljerad nivå än ordning.

Faktorer som innebär att båda kantzonsutformningarna kan verka som habitat kan bland annat härledas till alternativ tillgång till föda (Frank, Shrewsbury & Denno, 2011). Blommande växter främjar förekomst av NF genom pollen (Ramsden *et al.*, 2015) och nektar (Bischoff *et al.*, 2016; Thomson & Hoffmann, 2013; Balzan & Moonen, 2014) genom att verka som födoalternativ. Häckar i sin tur kan verka som en indirekt födoplatz genom att gynna herbivorer som kan verka som bytesdjur för predatorer (Pollard & Holland, 2006). Dessa borde även ha potential som

nektar- och pollenkälla beroende på om häcken består av blommande buskar. Nyckelpigor har ett varierat födoval i form av svampsporer, bladlöss, pollen och andra leddjur, där intag av de olika födogrupperna varierar under säsongen (Triltsch, 1999). För bladlöss har även generalister i form av jordlöpare och spindlar visat på säsongsvarierat intag (Roubinet, 2016). Då bladlöss är tillgängliga runt fältet enbart en del av året är tillgången på alternativ föda viktig. Både B/M och R/L verkar enligt ovan nämnda studier således ha potential att verka som habitat med tillgång till föda. Förekomsten av olika NF i dessa kantzonsutformningar med olika flora lär således bero på mer specifika preferenser av föda hos de olika familjerna.

Hur florans utformning ändras över växtsäsongen är ytterligare en faktor som påverkar förekomst av NF (Bischoff *et al.*, 2016) vilket bland annat inkluderar övervintringsmöjligheter. Olika utformning av flora har visat sig främja olika arter och familjer vid övervintring. Högre förekomst av NF har visats i örtbevuxna kantzoner (avvikande resultat i studien var familjen *Liinyphidae* som förekom mest frekvent i gräsbevuxna marker) (Geiger, Wäckers & Bianchi, 2009) och häckar (spindlar och kortvingar) (Pywell *et al.*, 2005) i jämförelse med gräsflora. Även nyckelpigor ter sig främjas av förekomst av häckar som potentiell övervintringsplatser (Bianchi & Van Der Werf, 2003). Även om den sistnämnda studien enbart utgörs av en databaserad simuleringsmodell av hur sjuprickig nyckelpiga verkar i förtryckande av bladlöss, stöds den av Ekbohm (1996) och Arvidsson (2013) vilka redogör för sjuprickig nyckelpigas preferens på isolerade övervintringsplatser skyddad under förna och bark och i håligheter (se text om nyckelpigors livscykel under *Nyckelpigor (Coleoptera: Coccinellidae)*, Appendix E). Högre häckvegetation kan verka skyddande mot vind genom tjockt och luckert förnalager, vilket även underlättar för arter av NF som övervintrar nedgrävda (Pywell *et al.*, 2005). Beroende på preferens hos familjer och arter av NF är det möjligt att en förskjutning i förekomst av NF kan ske mellan övervintringshabitat till habitat med högre födotillgång och skydd mot väder, senare på säsongen. Detta har bland annat spekulerats för om det skulle kunna vara ett mönster för vissa arter av jordlöpare (Asteraki, Hansk & Clements, 1995). Således verkar det möjligt att olika växtlighet och därmed livsmiljöer även kan komplettera varandra sett över året och över livscyklar för olika NF. Hur en förskjutning sker i utnyttjande av livsmiljöer över året är en faktor som varit svår att undersöka i denna studie då den enbart pågick över en kort tid i början av växtsäsongen. En eventuell förskjutning i utnyttjanden av levnadsmiljöer över säsong är emellertid en faktor som skulle kunna ha påverkat utfallet av resultaten i jämförelse med om studien utförts under en annan del av året eller under en längre tidsperiod. Exempelvis kan R/L som var rikare på blommande örter, ha kunnat verka som en bättre komplementär födotillgång under

perioden för min studie. B/M däremot skulle kunna ha större potential senare på säsongen genom sin mer beständiga makrostruktur som kan verka skyddande mot abiotiska faktorer som väder.

En tredje faktor som kan ha påverkat förekomsten av NF vid framför allt B/M är predation från högre trofiska nivåer. Under försökets gång noterades olika fåglar runt fältet. Bland andra pilfink, stenskvätta, buskskvätta, törnsångare och sånglärka (Eggers, 2016²). Fåglars närvaro visade sig, förutom individer själva, genom spillningen runtom burarna samt hack i plasten på burarna. Vid försök 1 var spillningen koncentrerad till plantorna i upprepning 1 till 3. Vid försök 2 var spillningen koncentrerad till fallfällorna nr 8 till 10 och till nr 14 till 16. Predation från fåglar eller andra organismer som nyttjar buskagen som livsmiljöer skulle kunna ha en negativ effekt på förekomsten av NF genom predation. Således skulle det kunna reducera den positiva effekt som NF kan ha på skadegörare i fält. Bland annat visade Martin *et al* (2013) på en minskad reduktion av skadegörare av flygande naturliga NF när fåglar var närvarande, vilket också var kopplat till mer komplexa landskap. Detta är något att ta i beaktande vid anläggning av kantzoner och frågor att undersöka vidare är hur kantzonens flora bör optimeras beroende på vilka organismer som önskas främjas. En vidare fråga är hur stor påverkan högre trofiska nivåer har på förekomsten av NF och deras nytta mot skadegörare i fält.

Ytterligare en faktor som behöver tas hänsyn till vid målinriktad utformning av kantzoner beroende på önskade organismer som ska gynnas, är ekonomisk och tidsmässig hållbarhet för lantbrukare så kantzonen blir ett hållbart tillägg till andra bekämpningsåtgärder i fråga om anläggningskostnader och tid för underhåll av floran.

5.2 Attraktion av naturliga fiender till bladlusinfekterade plantor

Avsaknad av en skillnad i insamlade NF mellan plantbehandlingarna inom kantzonsutformningarna kan bero på störande faktorer runtom plantorna. Omkringliggande kornplantor i fältet var också infekterade med bladlöss varvid skillnaden mellan infekterade och kontrollhavreplantor samt omkringliggande kornplantor reducerades. Denna störning lär också ha varit bidragande till minskning av effekten från MeSA i försök 2 och därmed orsak till att ingen skillnad erhöles mellan pelletsbehandlingarna.

² Sönke Eggers, Institutionen för ekologi, SLU, 2016-09-12 [muntlig referens]

Även om inga skillnader hittades i min studie finns flera studier som påvisar attraktion mellan naturliga fiender och plantor attackerade av herbivorer (review av Mumm & Dicke, 2010). Bland annat påvisade da Silva, França & Pareja (2016) att det varierar mellan NF om de särskiljer mellan volatila ämnen från herbivorskadade plantor eller inte. Denna skillnad i respons hos olika NF förklaras genom deras grad av bytesspecialisering och att NF beroende på specialiseringsgrad har olika behov av att tillförlita sig till volatila ämnen utsända av skadade plantor (da Silva, França & Pareja, 2016). Ett mer specifikt fall är att sjuprickig nyckelpiga påvisats attraheras till flyktiga substanser utsända av bladlusangripna plantor (Ninkovic, Abassi & Pettersson, 2001). Mumm & Dicke (2010) framhåller att många studier främst gjorts på ekonomiskt betydande grödor som ris, majs och bomull, men att mekanismen även överlag bör finnas spridd i många växtarter. Detta har bland annat visats genom studier gjorda på mindre betydande grödor i form av exempelvis ginko och backtrav (Mumm & Dicke, 2010). Trots avsaknad av signifikanta skillnader både mellan plantbehandlingar och pelletsbehandlingar i mitt försök visar ovanstående studier på förekomst av interaktion mellan herbivor-predator-planta men att den kan variera i attraktionskraft.

5.3 Attraktion av naturliga fiender till metylsalicylat

Stora jordlöpare visade sig vara signifikant fler vid MeSA över insamlingstillfällena där insamlingsdatumet den 5 juni påvisade störst effekt mellan kantzonsutformningarna (Figur 8). Det påvisades ingen systematisk effekt över perioden då grafen över MeSA i Figur 8 fluktuerar mellan insamlingstillfällena. Dock pekar materialet på en huvudsaklig effekt genom högre förekomst av stora jordlöpare vid MeSA vid hälften av insamlingstillfällena. Avsaknad av systematisk effekt över insamlingsperioden bekräftas av att antal stora jordlöpare inte var signifikant fler för pelletsbehandling med MeSA totalt över den sammanlagda insamlingsperioden i jämförelse med kontrollpellets. I likhet med försök 1 insamlades ett fåtal stora jordlöpare för samtliga fallfällor och insamlingstillfällena. Detta medför ett litet antal extra insamlade jordlöpare vid något insamlingstillfälle att medelvärdet påverkas relativt mycket. Således bör en liten egentlig skillnad i antal individer kunna ge en stor skillnad i de statistiska analyserna. Insatsen i hur pålitligt resultatet är beror också på storleken av stickprovet som studien baseras på (Olsson, Englund & Engstrand, 2005). Således påverkar insatsen i att insamla rådata utfallet av resultat i analyser av rådata (Olsson, Englund & Engstrand, 2005).

Då jag inte erhöll några värden för nyckelpigor eller kortvingar i signifikansanalysen för försök 2 kan jag inte påtala några effekter av pelletsbehandlingarna på

dessas organismgrupper. Dock har det i tidigare studier påvisats attraktion av nyckelpigor till MeSA (Zhu & Park, 2005; Gadino, Walton & Lee, 2012; Rodrigez-Saona *et al.*, 2011; Simpson *et al.*, 2011; James, 2003) (Se underrubrik 2.4 Växters inducerade försvar), medan Lee (2010) inte fann någon attraktion till MeSA hos jordlöpare eller spindlar. Studier som visar på respons till MeSA hos jordlöpare är en bristvara (Lee, 2010) och i min egen litteratursökning har det också varit brist på studier gällande attraktion av spindlar och kortvingar till MeSA. Med tanke på störningen som fanns runtom fallfällorna i form av bladlusinfekterade plantor är det också svårt att påtala att det inte finns, eller förekommer mindre attraktion till MeSA för generalisterna spindlar, jordlöpare och kortvingar då effekten från pelletsen i sig kan ha förtagits. Detta kan också sättas i kontext med vad da Silva, França & Pareja (2016) framhöll om att generalister som inte har samma specifika val av byten som specialister eventuellt inte är lika beroende av volatila ämnen för bland annat födosök. Finns inte samma behov för generalister som jordlöpare att förlita sig på volatila ämnen från angripna plantor är det möjligt att även effekten av konstgjorda substanser som MeSA inte blir ett effektivt sätt att attrahera generalistiska naturliga fiender. Vad som är att poängtera är faktumet som Lee (2010) framhåller: om MeSA är tänkt att användas som ett artificiellt attraktionsmedel av naturliga fiender är dess attraherande effekt en fråga att undersöka vidare.

5.4 Reflektioner om försöksupplägget

Runt försöket fanns fler faktorer som haft möjlighet att påverka resultatet och därmed jämna ut skillnader mellan kantzonsutformningarna. Eftersom de olika vegetationsutformningarna i Kasby 1 och 2 är sammankopplade i en lång kantzon är samtliga behandlingar och upprepningar beroende av varandra. Bland annat låg kantzonsutformningarna R/L och B/M intill varandra i samtliga block i försök 1. Med närhet till varandra har möjlighet funnits för NF att röra sig mellan behandlingarna, både i kantzonen och i grödan på fältet. Eftersom plantor med tillhörande fallfälla var placerade en bit ut från kantzonen selekterades inte för vilka individer som använder respektive kantzonsutformning som livsmiljö. Snarare påvisar fallfällorna främst att det finns en aktivitet av NF vid kantzonen som helhet. Dock inte kopplad till någon av respektive utformning. Således har gränsen mellan de två kantzonsutformningarna blivit diffus och möjliggjort för de jämna resultaten mellan insamlade organismer vid respektive kantzonsutformning. För mer rättvisande resultat för kopplingen av kategorier av NF kopplat till utformningen av kantzonen hade försöket främjats av att ha kompletterande fallfällor utplacerade i vardera kantzonsutformningen.

En begränsning av denna studie är att insamlade NF enbart räknats baserat på familjetillhörighet (ordning för spindlar). Denna studie visar således enbart att aktuella familjer finns i kantzonen vid Kasby. Däremot säger resultaten inget om artsammansättningen och således hur den aktuella florasammansättningen i Kasby 2 i praktiken främjar arter som utgör viktiga fiender till bladlöss. För att få en bättre indikation på kantzonsutformningarnas potential till att bidra med organismer för bekämpning av bladlöss hade studien kunnat utvecklas med artbestämning av de insamlade organismerna. Detta gjordes ett grovt försök till genom uppdelningen i 'små' och 'stora' jordlöpare och spindlar. Vid försök 1 insamlades fler små jordlöpare än stora. För spindlar insamlades fler stora individer än små. Vid försök 2 påvisades samma mönster. Jag kan emellertid inte påtala mig om vad dessa resultat har för innebörd för Kasbys roll i att främja aktuella NF då jag inte vet vilka arter som insamlades. Dessutom blev gränsen mellan denna uppdelning diffus då den enbart gjordes visuellt. Därmed kan individer av samma art ha hamnat i olika av de två grupperingarna. Dock hade det varit en intressant vidare studie att jämföra dessa resultat som insamlades nära kantzonen med att samla in organismer längre ut i fält för att undersöka skillnad i förekomst av olika arter inom familjerna på en gradient från fältkanten till fältets mitt. Denna jämförelse skulle även kunnat kompletteras med en noggrannare bestämning av fångsten genom att även inkludera artbestämning.

I den statistiska analysen saknas *Tid* som kontinuerlig variabel. Detta hade varit intressant att analysera för att kunna diskutera förändringar och skillnader mellan vegetationsutformningarna över ett längre tidsspann. Inte enbart mellan insamlingstillfällena som nu blev fallet med *Tid* som kategorisk faktor. I modellen som nu använts har resultaten indikerat att trenden över tid inte verkar skilja sig nämnvärt åt mellan behandlingarna. Hur detta sett ut ur ett säsongsmässigt perspektiv kan jag emellertid inte påvisa genom mina resultat som enbart ger en indikation för de två veckor som insamlingsperioden varade.

5 Slutsats

I min studie har jag påvisat aktivitet av familjer som inkluderar naturliga fiender (NF) till havrebladlöss vid båda kantzonsutformningarna rödklöver/vallgräs (R/L) och busk/ängsblomsblandning (B/M) i Kasby 2. Jag har också erhållit resultat på ett större antal aktiva NF vid R/L vilka främst utgjordes av stora spindlar. Trots denna skillnad mellan utformningarna kan jag dock inte påtala någon effektskillnad i hur respektive utformning kan medföra en reell potential för biologisk bekämpning av havrebladlöss. Inom de undersökta familjerna finns olika födostrategier och födoval som skiljer sig mellan arter (se Sandström, 2013a; Sandhall & Lindroth, 1998; Arvidsson, 2013; Öberg, 2007). Då jag inte selekterat insamlade organismer på artnivå kan jag inte påvisa hur stor andel av insamlade organismer som utgör sanna predatorer till havrebladlöss och därmed ej heller om det fanns en ökad aktivitet av dessa i någon av kantzonsutformningarna. Hur de bägge kantzonsutformningarna i praktiken kan bidra till faktisk reducering av bladlöss kräver vidare studier med bestämning av insamlade organismer på artnivå för att erhålla resultat på NF aktuella födointag och om det inkluderar bladlöss.

Faktorer som bör tas i beaktning enligt studerad litteratur vid anläggande av kantzoner för att främja NF är emellertid en varierad struktur, tillgång till blommor och växter som gynnar alternativa bytesdjur vid avsaknad av bladlöss samt möjliggör övervintring. Hur sammansättningarna i vegetation kan främja NF med påtalad reducerande effekt på bladlöss är därmed en fråga att studera vidare. Dels gällande arter av de familjer som undersökts i min studie men även inom andra grupper av NF. Bland annat har flygande predatorer till bladlöss visat sig ha en än större bekämpningseffekt vid hög bladlusförekomst och då omgivande utformning av landskap är mer komplexa jämfört med marklevande NF (Martin *et al.*, 2015). Därmed finns andra familjer än de jag undersökt i denna studie som eventuellt är mer aktuella att studera för att erhålla effektivast biologisk bekämpning av bladlöss.

Resultaten i denna studie har inte visat några signifikanta skillnader som är systematiskt relevanta mellan plantbehandlingar eller mellan pellets. Dessutom har litteratur som återfunnits inom studiens tidsramar inte indikerat klara resultat om mekanismer till vad som attraherar NF ut i fält. Utifrån erhållna resultat går det således inte att ge en indikation på hur NF kan främjas till att sprida sig ut i angripna fält med hjälp av MeSA eller attraktion till volatila ämnen från angripna plantor.

Denna studie är ett tillägg till tidigare gjorda studier till ett större sammanhang av att visa att kantzoner med olika växtlighet har potential att verka som en tillgång i IPM genom att främja förekomst av potentiella NF till havrebladlöss. Tillägget i denna studie som öppnar upp för vidare undersökningar är indikationer på hur strukturvariationer inom växtlighet i kantzoner kan främja aktivitet av potentiella NF till bladlöss.

I kontexten av min studie tillkommer behov av fler studier om vilken sammansättning av flora som främjar vilka arter av påvisade NF och vilka arter av NF som är effektivast i biologisk bekämpning av olika skadegörare; hur antagonistiska förhållanden mellan NF och andra trofiska nivåer påverkas beroende på kantzonens utformning; vilket utrymme som finns för etablering av olika flora i förhållande till fastställda regler för kantzoner och andra nyttoaspekter med kantzonernas förekomst på jordbruksmark; samt utveckla kunskapen om sambandet mellan angripna plantor och sökandemönster efter föda hos NF i fältförhållanden för att få full nytta av anlagda kantzoner, framförallt gällande generalister som spindlar, kortvingar och jordlöpare.

Referenser

- Albrecht, M., Duelli, P., Müller, C., Kleijn, D. & Schmid, B (2007). The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland. *Journal of applied Ecology*, vol. 44(4), ss. 813-822. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2007.01306.x
- Aldén, L., Andersson, G., Arvidsson, A., Berg, G., Djurberg, A., Furenhed, S., Gerdtsen, A., Gustafsson, G., Holmblad, J., Johansson, C., Johansson, L., Lerenius, C., Lindgren, A. & Norrlund, L. (2016). *Bekämpningsrekommendationer – Svampar och insekter 2016*. Jönköping: Jordbruksverket (Bekämpningsrekommendationer 2016). Tillgänglig: <http://www2.jordbruksverket.se/download/18.1a906c1e153e0d1ad3e6eb0f/1459846001311/be17v7.pdf> [2016-04-21]
- Altieri, M.A. (1999). The Ecological Role of Biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 74(1), ss.19–31.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Arimura, G-I., Ozawa, R., Shimoda, T., Nishioka, T., Boland, W. & Takabayashi, J. (2000). Herbivory-induced volatiles elicit defence genes in lima bean leaves. *Nature*, vol.406(6795), s. 512. DOI:10.1038/35020072
- Arvidsson, A. (2013). *Nyckelpigor*. Jönköping: Jordbruksverket (serie: Gynna nyttodjuren). [Bro-schyr] Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr265_6.pdf [2016-05-02]
- Asteraki, E.J., Hanks, C.B. & Clements, R.O. (1995). The influence of different types of grassland field margin on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 54(3), ss. 195-202. DOI:10.1016/0167-8809(95)00596-K
- Asteraki, E.J., Hart, B.J., Ings, T.C. & Manley, W.J. (2004). Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agricultural, Ecosystems and Environment*, vol. 102(2), ss. 219-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.07.003>
- Atreya, K., Sitaula, B.K., Johnsen, F.H. & Bajracharya, R.M. (2011). Continuing Issues in the Limitations of Pesticide Use in Developing Countries. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 24(1), ss. 49–62. DOI: 10.1007/s10806-010-9243-9
- Baines, M., Hamblen, C., Johnson, P.J., Macdonald, D.W. & Smith, H. (1998). The effects of arable field margin management on the abundance and species richness of Araneae (Spiders). *Ecography*, vol. 21(1), ss. 74-86. DOI: 10.1111/j.1600-0587.1998.tb00395.x

- Balzan, M.V. & Moonen, A.-C. (2014). Field margin vegetation enhances biological control and crop damage suppression from multiple pests in organic tomato fields. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, vol. 150(1), ss. 45-65. DOI: 10.1111/eea.12142
- Beketov, M.A., Kefford, B.J., Schafer, R.B. & Liess, M. (2013). Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, vol. 110(27), ss. 11039-11043. DOI: 10.1073/pnas.1305618110
- Bernes, C. (2011). *Biologisk mångfald i Sverige*. Upplaga 5000. Stockholm: Naturvårdsverket (Monitor 22)
- Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H. & Tscharntke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings Of the Royal Society B – Biological Sciences*, vol. 273(1595), ss. 1715-1727. Tillgänglig: doi:10.1098/rspb.2006.3530 [2016-12-20]
- Bianchi, F.J.J.A. & Van Der Werf, W. (2003). The effect of the area and configuration of hibernation sites on the control of aphids by *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in agricultural landscapes: A simulation study. *Environmental Entomology*, vol. 32(6), ss. 1290-1304. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-32.6.1290>
- Bischoff, A., Pollier, A., Lamarre, E., Salvadori, O., Cortesero, A.-M., Le Ralec, A., Tricault, Y. & Jaloux, B. (2016). Effects of spontaneous field margin vegetation and surrounding landscape on Brassica oleracea crop herbivory. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 223, ss. 135-143. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.029>
- Bittel, J. (2014-07-09). *Second Silent Spring? Bird Declines Linked to Popular Pesticides*. Tillgänglig: <http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140709-birds-insects-pesticides-insecticides-neonicotinoids-silent-spring/> [2016-10-24]
- Blande, J.D., Korjus, M. & Holopainen, J.K. (2010). Foliar methyl salicylate emissions indicate prolonged aphid infestation on silver birch and black alder. *Tree Physiology*, vol. 30(3), ss.404-416. DOI: 10.1093/treephys/tpp124
- Brookfield, H. (2002). Agrobiodiversity and agrobiodiversity. I: Brookfield, H., Padoch, C., Parsons, H. & Stocking, M. (red), *Cultivating biodiversity – understanding, analysing & using agricultural diversity*. London: ITDG Publishing ss. 9-14
- Brown, C. (red) (2009). Insects and Pests of Field Crops. I: *Agronomy guide for field crops - publication 811*. Ontario: Ministry of Agriculture, food and rural affairs. Tillgänglig: <http://www.omafr.gov.on.ca/english/crops/pub811/p811toc.html> [2016-05-10]
- Cameron, A.C. & Trivedi, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. New York: Cambridge University Press. Tillgänglig: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=218064> [2016-11-05]
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. (2014). *Biology – A Global Approach*. Global uppl. av uppl. 10 reviserad version. S.925. Essex: Pearson Education Ltd
- Chiverton, P., Ekbom, B., Wallin, H. & Wikteliuss, S. (1986). *Havrebladlusen och dess naturliga fiender: samspel och samverkan*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet Info/redaktionen (Fakta – Mark/Växter nr 2). [Broschyr] Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/fakta_mark_vaxter/FMV86-02/FMV86-02.HTM [2016-04-21]
- Chiverton, P.A., Ekbom, B.S., Wallin, H. & Wikteliuss, S. (1988). Polyphagous predators of *Rhopalosiphum padi* in spring cereals in Sweden. *Ecological Bulletins*, vol. 39, ss. 89-90. Tillgänglig: <http://www.jstor.org/stable/pdf/20112997.pdf> [2016-05-28]

- Coxe, S., West, S.G., Aiken, L.S. (2009). The Analysis of Count Data: A Gentle Introduction to Poisson Regression and its Alternatives. *Journal of Personality Assessment*, vol. 91(2), ss. 121-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00223890802634175>
- da Silva, S.E.B., França, J.F., & Pareja, M. (2016). Olfactory response of four aphidophagous insects to aphid- and caterpillar-induced plant volatiles. *Arthropod-Plant Interactions*, vol. 10(4), ss. 331-340. DOI: 10.1007/s11829-016-9436-x
- Das, A., Lee, S-H., Hyun, T., Kim, S-W. & Kim, J-Y. (2013). Plant volatiles as method of communication. *Plant Biotechnology Reports*, vol. 7(1), ss.9-26. DOI: 10.1007/s11816-012-0236-1
- Dennis, P. & Fry, G.L.A. (1992). Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 40(1), ss. 95-115. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90086-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809(92)90086-Q)
- Denys, C. & Tscharnkte, T. (2001). Plant-insect communities and predator –prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows. *Oecologica*, vol. 130 (2), ss. 315-324. DOI: 10.1007/s004420100796
- Dicke, M. (1995) Why do 'plants' talk?. *Chemoecology*, vol. 5(3) ss. 159-165. Tillgänglig: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F01240600.pdf> [2016-06-10]
- Dicke, M. & van Loon, J.J.A. (2000). Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 97, ss. 237-259. DOI: 10.1046/j.1570-7458.2000.00736.x
- Direktiv om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel (2009). Strasbourg. (2009/128/EG)
- Dirzo, R. & Raven, P.H. (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual review of Environment and Resources*, vol. 28, ss. 137-167. DOI: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105532
- Edelstam, C., Rosqvist, G., & Petterson, M.W. (2009). Åkrar, småbiotoper och gårdsmiljöer. Jönköping: Jordbruksverket (Serie: Biologisk mångfald och variation i odlingslandskapet). [Broschyr] Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr3_29.pdf [2016-05-08]
- Eilenberg, J., Hajek, A. & Lomer, C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, vol. 46, ss. 387-400. DOI: 10.1023/A:1014193329979
- Ekbom, B. (1996). *Naturliga fiender i jordbrukslandskapet*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet (Serie: Faktablad om växtskydd jordbruk 78J). [Broschyr] Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/5219/1/ekbom_b_120207.pdf [2016-04-27]
- Ekbom, B. (2004). *Biologisk bekämpning av skadedjur*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Faktablad om växtskydd - Jordbruk, 120J). [Broschyr] Tillgänglig: http://www.slu.se/globalassets/gamla_strukturen/externwebben/nl-fak/ekologi/vaxtskydd/faktablad/faktablad_om_vaxtskydd_120j.pdf [2016-11-18]
- Europakommissionen (2016-12-03). *Approval of active substances*. Tillgänglig: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances_en [2016-12-03]
- Eyre, M.D. & Leifert, C. (2011). Crop and field boundary influences on the activity of a wide range of beneficial invertebrate groups on a split conventional/organic farm in northern England. *Bulletin of Entomological Research*, vol. 101(2), ss. 135-144. DOI: 10.1017/S0007485310000398
- Eyre, M.D., Luff, M.L. & Leifert, C. (2013). Crop, field boundary, productivity and disturbance influences on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, vol. 165, ss. 60-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.12.009>
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (2009). *Global agriculture towards 2050*. Rom: FAO (How to feed the world in 2050: High-level expert forum). [Broschyr] Tillgänglig: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf [2016-05-10]

- Fischer, C., Schlinkert, H., Ludwig, M., Holzschuh, A., Gallé, R., Tschamtker, T., & Batáry, P. (2013). The impact of hedge-forest connectivity and microhabitat conditions on spider and carabid beetle assemblages in agricultural landscapes. *Journal of Insect Conservation*, vol. 17(5), ss. 1027-1038. DOI: 10.1007/s10841-013-9586-4
- Flink, M. (2013). *Kortvingar*. Jönköping: Jordbruksverket (Gynna nyttodjuren). [Broschyr] Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr265_5v2.pdf [2016-05-21]
- Fogelfors, H. (red) (2015). *Odlingens historia ur ett nationellt perspektiv. I: Vår Mat - odling av åker- och trädgårdsgrödor*. 1:1 uppl. Lund: Studentlitteratur AB
- Forskning och Framsteg (2011-07-07). *Naturligt försvar i stället för insektsgifter*. Tillgänglig: <http://fof.se/textruta/naturligt-forsvar-i-stallet-for-insektsgifter> [2016-11-19]
- Frank, S.D., Shrewsbury, P.M. & Denno, R.F. (2011). Plant versus prey resources: Influence on omnivore behaviour and herbivore suppression. *Biological Control*, vol. 57(3), ss. 229-235. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.03.004>
- Fuller, R.J. (2000). Relationships between recent changes in lowland British agriculture and farmland bird populations: an overview. I: Aebischer, N.J., Evans, A.D., Grice, P.V. & Vickery, J.A. (red), *Ecology and Conservation of Lowland Farm Birds*. Tring British Ornithologists' Union, ss. 5-16. Tillgänglig: <https://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb1/00%20Contents.pdf> [2016-11-05]
- Fördordning om bekämpningsmedel (2014). Stockholm (SFS 2014:425)
- Förordning om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden och om upphävande av rådets direktiv 79/117/EEG och 91/414/EEG (2009). Strasbourg. (EG 1107/2009)
- Gadino, A.N., Walton, V.M. & Lee, J.C. (2012). Evaluation of methyl salicylate lures on populations of *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and other natural enemies in western Oregon vineyards. *Biological Control*, vol. 63(1), ss. 48-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.06.006>
- Geiger, F., Wäckers, F.L. & Bianchi, F. J.J.A. (2009). Hibernation of predatory arthropods in semi-natural habitats. *BioControl*, vol. 54 (4), ss. 529-535. DOI: 10.1007/s10526-008-9206-5
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschamtker, T., Winqvist, C., Sönke, E., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W. & Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, vol. 11(2), ss. 97-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>
- Gill, R.J., Ramos-Rodriguez, O. & Raine, N.E. (2012). Combined pesticide exposure severely affect individual- and colony-level traits in bees. *Nature*, vol.491(7422), ss.105-108. DOI: 10.1038/nature11585
- Glinwood, R., Ninkovic, V., Pettersson, J. & Ahmed, E. (2004). Barley exposed to areal allelopathy from thistles (*Cirsium* spp) becomes less acceptable to aphids. *Ecological Entomology*, vol. 29(2), ss.188-195. DOI: 10.1111/j.0307-6946.2004.00582.x
- Google (2016). 59°47'57.6"N 17°49'38.2"E. Tillgänglig: <https://www.google.se/maps/place/59%C2%B047'57.6%22N+17%C2%B049'38.2%22E/@59.799336,17.8250891,371m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d59.7993333!4d17.8272778> [2016-12-08]
- Gurr, G.M., Wratten, S.D. & Snyder, W.E. (2012). *Biodiversity and insect pests – key issues for sustainable management*. 1. uppl. West Sussex: John Wiley & sons, Ltd.
- Haldén, P. (2011a). *Kantoner i jordbrukslandskapet*. Jönköping: Jordbruksverket (Ett rikare odlingslandskap). [Broschyr] Tillgänglig:

- http://www.jordbruksverket.se/download/18.41cc237a13437a99fbd8000838/1370040378948/Kantzoner+i+jordbrukslandskapet_w.pdf [2016-11-06]
- Haldén, P. (2011b). *Biologisk mångfald på skyddszoner – utvärdering av skyddszoner i slättlandskapet*. Jönköping: Jordbruksverket (Rapport 2011:6). Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra11_6.pdf [2016-11-06]
- Hallman, C.A., Foppen, R.P.B., Van Turnhout, C.A.M., De Kroon, H. & Jongejans, E. (2014). Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*, vol. 511(7509), ss.341-343. DOI: doi:10.1038/nature13531
- Hassan, R. Scholes, R & Ash, N. (2005). MA Conceptual framework. I: Hassan, R., Scholes, R. & Ash, N. (red), *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. (The Millennium Ecosystem Assessment Series, vol. 1), Washington, DC: Island Press, ss. 25-36. Tillgänglig: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.765.aspx.pdf> [2016-04-13]
- Hasselfors Garden (2016). *Såjord/Så- og priklejord*. Tillgänglig: <http://www.hasselforsgarden.se/produkter/konsument/tradgardsjord/s-jord?t=beskrivning> [2016-05-21]
- Heil, M. & Karban, R. (2010). Explaining evolution of plant communication by airborne signals. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 25(3), ss. 137-144. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.09.010>
- Holland, J., Birkett, T. & Southway, S. (2009). Contrasting the farm-scale spatio-temporal dynamics of boundary and field overwintering predatory beetles in arable crops. *BioControl*, vol.54(1), ss.19-33. DOI: 10.1007/s10526-008-9152-2
- Honěk, A. (2012). Distribution and habitat. I: Hodek, I., van Emden, H.F. & Honěk, A. (red), *Ecology and behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*. 1. uppl. West Sussex: Blackwell Publishing Ltd, ss. 110-140. Tillgänglig: <http://site.ebrary.com/lib/slub/reader.action?docID=10560602> [2016-05-23]
- James, D.G. (2003). Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environmental entomology*, vol. 32(5), ss. 977-982. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/0046-225X-32.5.977>
- Jordbruksverket (2014). *Ekonomiska konsekvenser för odlingen på grund av angrepp av bladlöss*. Jönköping: Jordbruksverket (PM: Strategin för växtskyddsmedel). Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.1b8a384c144437186ea5380/1393318614664/Ekonomiska+konsekvenser+f%C3%B6r+odlingen+p%C3%A5+grund+av+angrepp+av+bladl%C3%B6ss.pdf> [2016-04-21]
- Jordbruksverket (2015a). *Risk och konsekvensanalys för stråsåd – svampsjukdomar och skadedjur*. Jönköping: Jordbruksverket (PM: Strategin för växtskyddsmedel). Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.405b2fe314fa9f86fe54f467/1441703473930/Risk+och+konsekvensanalys+f%C3%B6r+str%C3%A5s%C3%A4d-svampar+och+skadedjur.pdf> [2016-05-10]
- Jordbruksverket (2015-10-09b). *Konsekvenser för odlingen vid färre växtskyddsmedel*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/strategiforvaxtskyddsmedel/konsekvenserforodlingenvidfarrevaxtskyddsmedel.4.1b8a384c144437186ea4c9d.html> [2016-10-20]
- Jordbruksverket (2016-02-16a). *Vad är biologisk mångfald?*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/vadarbiologiskmangfald.4.4c6781514b9df8f29e8771e.html> [2016-04-10]
- Jordbruksverket (2016-03-23b). *Villkor för skyddszoner*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/jordbrukarstod/miljoersattningar/skyddszoner/villkor.4.6c64aa881525004b53bdcd1f.html> [2016-04-26]

- Jordbruksverket (2016c). *Gynna mångfalden på ekologiska fokusarealer*. Jönköping: Jordbruksverket (Ett rikare odlingslandskap, OVR 345). [Broschyr] Tillgänglig: <http://www2.jordbruksverket.se/download/18.1a906c1e153e0d1ad3e7b32f/1459855332458/ovr345v3.pdf> [2016-09-21]
- Jordbruksverket (2016-04-11d). *Minst 5 procent av din åkermark ska vara ekologiska fokusarealer*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/jordbrukarstod/forgroningsstod/ekologiskafokusarealer.4.2587b71d1525a28283862174.html> [2016-04-26]
- Jordbruksverket (2016-06-20e). *Tillsynsvägledning växtskydd*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/tillsyn/instruktionertillkontrollanterochinspektorer/miljo/vaxtskydd.4.23f3563314184096e0d3ea2.html> [2016-11-21]
- Kemikalieinspektionen (u.å.a). *Växtskyddsmedel*. Tillgänglig: <http://www.kemi.se/hitta-direkt/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel#top> [2016-12-12]
- Kost, C. & Heil, M. (2006). Herbivore-induced plant volatiles induce an indirect defence in neighbouring plants. *Journal of Ecology*, vol. 94(3), ss. 619-628. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2006.01120.x
- Krewenka, K.M., Holzschuh, A., Tschantke, T. & Dormann, C.F. (2011). Landscape elements as potential barriers and corridors for bees, wasps and parasitoids. *Biological Conservation*, vol. 144(6), ss. 1816-1825. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.03.014>
- Landsbygdsdepartementet (2013). *Nationell handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för perioden 2013-2017*. Stockholm: Sveriges regering. (PM: Bilaga till regeringsbeslut 2013-06-19 nr 8)
- Law, J.H. & Regnier, F.E. (1971). Pheromones. *Annual Review of Biochemistry*, vol 40, ss. 533-548. DOI: 10.1146/annurev.bi.40.070171.002533
- Lee, J.C. (2010). Effects of Methyl Salicylate-Based Lures on Beneficial and Pest Arthropods in Strawberry. *Environmental entomology*, vol. 39(2), ss. 653-660. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/EN09279>
- Länsstyrelsen i Jönköpings län (2010). *Ekologiskt funktionell kantzon*. Jönköping: Länsstyrelsen. [Broschyr] Tillgänglig: https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjhsMHnNazMAhVnQJoKHRTZ-BuEQFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.lansstyrelsen.se%2Fostergotland%2FSiteCollectionDocuments%2FSv%2Fdjur-och-natur%2Fskyddad-natur%2Fprojekt%2FVattendragsvandringar%2FEkologiskt-funktionell-kantzon.pdf&usg=AFQjCNHeY0g3C2RISh002F62Tg-IDapezQ&sig2=0nUf9l9mQxF_C5UCLhr1IA&bvm=bv.120551593,d.bGs&cad=rja [2016-04-26]
- Lövei, G.L. & Sunderland, K.D. (1996). Ecology and Behaviour of Ground Beetles (Coleoptera, Carabidae). *Annual Review of Entomology*, vol. 41(1), ss. 231-256. DOI: 10.1146/annurev.en.41.010196.001311
- Martin, E.A., Reineking, B., Seo, B. & Steffan-Dewenter, I. (2013). Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110(14), ss. 5534-5539. DOI: 10.1073/pnas.1215725110
- Martin, E.A., Reineking, B., Seo, B. & Steffan-Dewenter, I. (2015). Pest control of aphids depends on landscape complexity and natural enemy interactions. *PeerJ*, vol.2015(7), ss.2-22. DOI: 10.7717/peerj.1095

- Marshall, E.J.P. & Moonen, A.C. (2002). Field margins in northern Europe, their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 89(1), ss. 5-21. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00315-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00315-2)
- McDonald, J.H. (2009). *Handbook of Biological Statistics*. 3. uppl. Baltimore, Maryland: Sparky House Publishing. Tillgänglig: <http://www.biostathandbook.com/transformation.html> [2016-08-11]
- Meek, B., Loxton, D., Sparks, T., Pywell, R., Pickett, H. & Nowakowski, M. (2002). The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation*, vol. 106(2), ss. 259-271. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00252-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00252-X)
- Miljöövervakningsenheten (2007). *Övervakning av jordlöpare*. Stockholm: Naturvårdsverket (Handledning för miljöövervakning – undersökningstyp, version 1:0). Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoovervakning/handledning/metoder/undersokningstyper/jordbruksmark/jordlopare.pdf> [2016-05-21]
- Minitab Inc (2016a). *What is an interaction?*. Tillgänglig: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/anova-models/what-is-an-interaction/> [2016-12-04]
- Minitab Inc (2016b). *What are factors, crossed factors, and nested factors?*. Tillgänglig: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/anova-models/what-are-crossed-and-nested-factors/> [2016-09-18]
- Minitab Inc (2016c). *What is the difference between fixed and random factors?*. Tillgänglig: <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/anova-models/fixed-and-random-factors/> [2016-09-18]
- Mistra (2014-05-26). *Bladlöss i stråsåd – ett komplicerat växtskyddsproblem*. Tillgänglig: <http://mistra.org/forskning/genomford-forskning/plantcommistra/programmets-bakgrund/bladloss-i-strasad.html> [2016-04-21]
- Mumm, R. & Dicke, M. (2010). Variation in natural plant products and the attraction of bodyguards involved in indirect plant defence. *Canadian Journal of Zoology*, vol.88(7), ss. 628-667. DOI: 10.1139/Z10-032
- Nationalencyklopedin (u.å.a). *ekosystemtjänster*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekosystemtjanster> [2016-04-13]
- Nationalencyklopedin (u.å.b). *Kantzön*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/kantzön> [2016-04-26]
- Ni, X. & Quisenberry, S.S. (2003). Possible roles of esterase, glutathione S-transferase, and superoxide dismutase activities in understanding aphid –cereal interactions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 108(3), ss. 187-195. DOI: 10.1046/j.1570-7458.2003.00082.x
- Ninkovic, V., Al Abassi, S. & Pettersson, J. (2001). The Influence of Aphid-induced Plant Volatiles on Ladybird Beetle Searching Behavior. *Biological control*, vol.21(2), ss. 191-195. DOI: doi:10.1006/bcon.2001.0935
- Nyffeler, M. (1999). Prey Selection of Spiders in the Field. *Journal of Arachnology*, vol. 27(1), ss.325-332. Tillgänglig: http://www.americanarachnology.org/JoA_free/JoA_v27_n1/arac_27_01_0317.pdf [2016-08-28]
- Olsson, U., Englund, J-E. & Engstrand, U. (2005) *Biometri - grundläggande biologisk statistik*. 1:7 uppl. Lund: Studentlitteratur AB
- Paré, P.W. & Tumlinson, J.H. (1996). Plant volatile signals in response to herbivore feeding. *The Florida Entomologist*, vol. 79(2), ss. 93-103. DOI: 10.2307/3495807

- Paré, P.W. & Tumlinson, J.H. (1999). Plant Volatiles as a Defense against Insect Herbivores. *Plant Physiology*, vol. 121(2), ss. 325-331. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.121.2.325>
- Peng, J., van Loon, J., Zheng, S. & Dicke, M. (2011). Herbivore-induced volatiles of cabbage (*brassica oleracea*) prime defence responses in neighbouring intact plants. *Plant Biology*, vol. 13(2), ss. 276-284. DOI: 10.1111/j.1438-8677.2010.00364.x
- Pettersson, J., Pickett, J., Pye, B., Quiroz, A., Smart, L., Wadhams L & Woodcock, C. (1994). Winter host component reduces colonization by cherry-oat-aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.)(homoptera; aphididae), and other aphids in cereal fields. *Journal of Chemical Ecology*, vol. 20(10), ss.2565-2574. DOI: 10.1007/BF02036192
- Pfiffner, L. & Luka, H. (2000). Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 78(3), ss.215-222. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00130-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00130-9)
- Pollard, K.A. & Holland, J.M. (2006). Arthropods within the woody elements of hedgerows and their distribution pattern. *Agricultural and forest entomology*, vol. 8(3), ss.203-211. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2006.00297.x
- Pywell, R.F., James, K.L., Herbert, I., Meek, W.R., Carvell, C., Bell, D. & Sparks, T.H. (2005). Determinants of overwintering habitat quality for beetles and spiders on arable farmland. *Biological conservation*, vol. 123(1), ss. 79-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.10.010>
- Ramsden, M.W., Menéndez, R., Leather, S.R. & Wäckers, F. (2015). Optimizing field margins for biocontrol services: The relative role of aphid abundance, annual floral resources, and overwinter habitat in enhancing aphid natural enemies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 199, ss. 94-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.024>
- Rodriguez-Saona, C., Kaplan, I., Braasch, J., Chinnasamy, D. & Williams, L. (2011). Field responses of predaceous arthropods to methyl salicylate: A meta-analysis and case study in cranberries. *Biological control*, vol. 59(2), ss. 294-303. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.06.017>
- Rodríguez, G. (2013) *Models for Count Data With Overdispersion*. Opublicerat manuscript. Princeton: Princeton University (bilaga till kursen WWS 509 – Generalized Linear Statistical Models). Tillgänglig: <http://data.princeton.edu/wws509/notes/c4a.pdf> [2016-12-20]
- Rouabah, A., Villerd, J., Amiaud, B., Plantureux, S. & Lasserre-Joulin, F. (2015). Response of carabid beetles diversity and size distribution to the vegetation structure within differently managed field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 200, ss. 21-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.011>
- Roubinet, E. (2016). *Food webs in Agroecosystems*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/13146/1/roubinet_e_160307.pdf [2016-09-21]
- Saad, K.A., Mohamad Roff, M.N., Hallet, R.H. & Idris, A.B. (2015). Aphid-induced Defences in Chilli Affect Preferences of the Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Scientific Reports*, vol. 5, ss.1-9. DOI: 10.1038/srep13697
- Sabelis, M.W., Van Baalen, M., Bakker, F.M., Bruin, J., Drukker, B., Egas, M., Janssen, A.R.M., Lesna, L.K., Pels, B., Van Rijn, P.C.J. & Scutareanu, P. (1999). The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropod. I: Olf, H., Brown, V.K. & Drent, R.H. (red), *Herbivores: Between plants and predators*. Blackwell Science: Oxford. ss.109-166. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/profile/Frank_Bakker3/publication/254784353_The_evolution_of_direct_and_indirect_plant_defence_against_herbivorous_arthropods/links/55197940cf244e9a4575ccf.pdf?origin=publication_detail [2016-08-26]
- Sandhall, Å. & Lindroth, C.H. (1998). *Skalbaggar – utseende, utveckling, levnadssätt, beteende*. 2 uppl. Stockholm: Stenströms Bokförlag/Interpublishing

- Sandström, M. (2013a). *Jordlöpare*. Jönköping: Jordbruksverket (Gynna nyttodjuren, OVR 265:4). [Broschyr] Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr265_4v2.pdf [2016-05-21]
- Sandström, M. (2013b). *Spindlar*. Jönköping: Jordbruksverket (Gynna nyttodjuren, OVR 265:10). [Broschyr] Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr265_10.pdf [2016-10-23]
- Seagraves, M.P. (2009). Lady beetle oviposition behaviour in response to the trophic environment. *Biological control*, vol.51(2), ss. 313-322. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.015>
- Shulaev, V., Silverman, P. & Raskin, I. (1997). Airborne signaling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. *Nature*, vol. 385(6618), ss. 718-721. DOI: 10.1038/385718a0
- Sigfridsson, S. (2013). *The role of midfield islets in pest control*. Stockholms Universitet. Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi/Geografi (Examensarbete, GA 16:2013)
- Simpson, M., Gurr, G.M., Simmons, A.T., Wratten, S.D., James, D.G., Leeson, G. & Nicol, H.I. (2011). Insect attraction to synthetic herbivore-induced plant volatile-treated crops. *Agricultural and forest entomology*, vol.13(1), ss. 45-57. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2010.00496.x
- Statistiska centralbyrån (2016-06-30). *Försålt antal hektardoser och genomsnittlig dos*. Tillgänglig: http://www.scb.se/sv/_Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Miljo/Kemikalier-forsaljning-och-anvandning/Vaxtskyddsmedel-i-jordbruket-beraknat-antal-hektardoser/12766/12773/30788/ [2016-11-21]
- Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om integrerat växtskydd (2014). Jönköping. (SJVFS 2014:42)
- Stoate, C., Boatman, N.D., Borralh, R.J., Rio Carvalho, C., de Snoo, G.R. & Eden, P. (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, vol. 63(4), ss. 337-365. DOI: 10.1006/jema.2001.0473
- Strand, M.R. & Obrycki, J.J. (1996). Host specificity of insect parasitoids and predators. *BioScience*, vol. 46(6), ss. 422-429. DOI: 10.2307/1312876
- Svenskt växtskydd (2014). *Resistens - herbicidresistens, fungicidresistens, Insekticidresistens*. Stockholm: Svenskt växtskydd. [Broschyr] Tillgänglig: <http://www2.jordbruksverket.se/download/18.33d3dceb153726505799bd15/1458031744509/ovr292v4.pdf> [2016-04-15]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2013-02-08). *Kasby*. Tillgänglig: <http://www.slu.se/sv/fakulteter/nj/om-fakulteten/ovriga-enheter/langliggande-forsok/landskapsekologi/kasby/> [2016-05-19]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2014-10-23). *Landskapsekologi*. Tillgänglig: <http://www.slu.se/sv/fakulteter/nj/om-fakulteten/ovriga-enheter/langliggande-forsok/landskapsekologi/> [2016-05-25]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (2016-05-27). *Bekämpningsmedel i ett historiskt perspektiv*. Tillgänglig: <http://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-kemiska-bekampningsmedel/information-om-bekampningsmedel-i-miljon1/bekampningsmedel-i-ett-historiskt-perspektiv/> [2016-10-23]
- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2016a). *SMHI öppna data – Meteorologiska observationer (smhi-opendata_19_20_97510_20160)*. Tillgänglig: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#> [2016-08-18]

- Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (2016b). *SMHI öppna data – Meteorologiska observationer (smhi-opendata_5_97530_20160818_)*. Tillgänglig: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#> [2016-08-18]
- Takabayashi, J & Dicke, M. (1996) Plant-carnivore mutualism through herbivore-induced carnivore attractants. *Trends in Plant Science*, vol. 1(4), ss. 109-113. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(96\)90004-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(96)90004-7)
- Thomas, C.F.G. & Marshall, E.J.P. (1999). Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins in arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 72(2), ss. 131-144. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00169-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00169-8)
- Thomson, L.J. & Hoffmann, A.A. (2013). Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. *Biological control*, vol. 64(1), ss. 57-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.09.019>
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. & Befort, B.L. (2011). Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 108(50), ss. 20260 – 20264. DOI: 10.1073/pnas.1116437108
- Triltsch, H. (1999). Food remains in the guts of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. *European Journal of Entomology*, vol. 96(4), ss. 355-364. Tillgänglig: <http://www.eje.cz/pdfs/eje/1999/04/06.pdf> [2016-08-27]
- Vatteninformationssystem Sverige (2015-06-05). *Ekologiskt funktionella kantzoner*. Tillgänglig: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASUREMENTTYPE000890> [2016-04-26]
- Växtskyddscentralen Uppsala (2016a). *Havrebladlössen har börjat röra på sig – avvakta bekämpning*. Uppsala: Jordbruksverket (växtskyddsbrev nr. 12). [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.anpdm.com/newsletter/3663697/44425D447843435A4A71> [2016-08-01]
- Växtskyddscentralen Uppsala (2016b). *Svamp i vårkorn och mycket löss i vårsäd*. Uppsala: Jordbruksverket (växtskyddsbrev nr. 17). [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.anpdm.com/newsletter/3687882/44425D447843435A4A71> [2016-08-01]
- Växtskyddsenheten (2012-04-04a). *Välkommen till tjänsten växtskyddsinfo – Havrebladlus vete*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/odling/vaxtskyddsinfo.4.35974d0d12179bec28580002425.html> [2016-04-21]
- Växtskyddsenheten (2012-04-04b). *Välkommen till tjänsten växtskyddsinfo – Havrebladlus – Rödsot havre*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/odling/vaxtskyddsinfo.4.35974d0d12179bec28580002425.html> [2016-04-21]
- Waldén, E. (2011). *Long term development of vegetation in established permanent field margins*. Sveriges lantbruksuniversitet: Institutionen för ekologi/Independent course in Biology (Examensarbete 2011:20)
- War, A.R., Sharma, H.C., Paulraj, M.G., War, M.Y. & Ignacimuthu, S. (2011). Herbivore induced plant volatiles – their role in plant defense for pest management. *Plant signaling & Behavior*, vol. 6(12), ss. 1973-1978. DOI: 10.4161/psb.6.12.18053
- Whitworth, R.J. & Ahmad, A. (2008). *Bird Cherry-Oat Aphid*. Kansas: Kansas state university. (Kansas crop pests, MF2823). [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF2823.pdf> [2016-04-21]
- Wikteliuss, S. (1992). *Havrebladlusen*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Faktablad om växtskydd, Jordbruk 13 J). [Broschyr] Tillgänglig: http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/ekologi/V%c3%a4xtskydd/faktablad/Faktablad_om_vaxtskydd_13J.pdf [2016-04-21]

- Winter, C. (2011). *Strategi för växtskyddsmedel - Förslag till en arbetsmetod*. Jönköping: Jordbruksverket (Kort version av Rapport 2011:38). Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra11_38k.pdf [2016-10-22]
- Woltz, J.M., Isaacs, R. & Landis, D.A. (2012). Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 152, ss. 40-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.02.008>
- Zhu, J. & Park, K-C. (2005). Methyl Salicylate, a Soybean Aphid-Induced Plant Volatile Attractive to the Predator *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology*, vol. 31(8), ss. 1733-1746. DOI: 10.1007/s10886-005-5923-8
- Öberg, S. (2007). *Spiders in the Agricultural Landscape – Diversity, Recolonisation and Body conditions*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet (Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2007:25). Tillgänglig: <http://pub.epsilon.slu.se/1359/1/SOfin0.pdf> [2016-10-25]
- Öberg, S. (2008). *Spindlar i odlingslandskapet – mångfald, återkolonisering och kondition*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet (Fakta Jordbruk 3:2008). [Broschyr] Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/fakta_jordbruk/FJB08-03/FJB08-03.PDF [2016-10-25]
- Öberg, S., Ekbom, B. & Bommarco, R. (2007). Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 122(2), ss. 211-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.034>
- Östman, Ö., Ekbom, B. & Bengtsson, J. (2001). Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*, vol. 2(4), ss. 365-371. DOI: doi:10.1078/1439-1791-00072

Appendix

Appendix A: Tabeller och diagram över resultat från signifikanstester av insamlade data från försök 1 och 2

Tabell A1. Totalt antal insamlade organismer under hela insamlingsperioden 1/6 - 11/6. Summatalen är uppdelade i de olika organismkategorierna för de fyra undersökta kombinationerna av kantzonsutformning och plantbehandling. Sist i tabellen är kategorierna 'jordlöpare', 'nyckelpigor', 'kortvingar' och 'spindlar' summerade i kategorin 'naturliga fiender'. 'Myror, flugor och övriga' är summerade i en gemensam kategori och totalsumman av alla insamlade individer i samtliga kategorier för de bägge behandlingarna samlas under kategorin 'totalt' längst ned i tabellen

Organismkategori	Kantzons- utformning:		Busk/ängsblomsblandning		Rödklöver/vallgräs	
	Plantbehandling:	Kontroll	Bladlöss	Kontroll	Bladlöss	Totalt
Jordlöpare	Stora	136	149	135	138	558
	Små	258	198	248	240	944
	Totalt	394	347	383	378	1502
Nyckelpigor		22	19	37	30	108
Kortvingar		58	50	69	65	242
Spindlar	Stora	47	50	93	88	278
	Små	44	44	73	102	263
	Totalt	91	94	166	190	541
Myror		325	258	187	173	943
Flugor		55	67	55	65	242
Övriga		72	56	91	97	316
Naturliga fiender		565	510	655	663	2393
Myror, Flugor, Övriga		452	381	333	335	1501
Totalt		1017	891	988	998	3894

Tabell A2. Data från poissonregressionsanalys för totalt antal insamlade naturliga fiender samt samliga ingående organismkategorier. Data anser termen 'kantzonsutformning' och är beräknad på genomsnittligt antal insamlade individer under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Analysen är gjord med 95% konfidensintervall. p-värden > 0,05 innebär en ej signifikant skillnad i antal insamlade organismer mellan kantzonsutformningarna. Referensnivå är kantzonsutformningen busk/ängsblomsblandning

Organismkategori		R-sq	AIC	p	X ²
Naturliga fiender	Totalt	30,36	1230,12	0,036	4,41
	Jordlöpare				
	Totalt	19,01	1119,83	0,970	0,00
	Stora	19,29	839,10	0,079	3,09
	Små	17,52	1115,81	0,063	3,45
Spindlar	Totalt	34,36	783,21	0,002	9,59
	Stora	28,38	589,04	0,003	8,89
	Små	25,10	585,62	0,213	1,55
Kortvingar		14,09	578,51	0,293	1,10
Nyckelpigor		21,11	375,93	0,607	0,26

Tabell A3. Data från poissonregressionsanalys för totalt antal insamlade naturliga fiender och samtliga ingående organismkategorier. Data anser termen 'Tid*Kantzonsutformning' och är beräknat på genomsnittligt antal insamlade individer per insamlingstillfälle under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Analysen är gjord med 95 % konfidensintervall. p-värden > 0,05 innebär en ej signifikant skillnad i antal insamlade organismer mellan kantzonsutformningarna. Referensnivå var utformningen rödklöver/vallgräs och insamlingstillfälle 1 (1/6)

Organismkategori		R-sq	AIC	p	X ²
Naturliga fiender	Totalt	30,36	1230,12	0,060	10,60
	Jordlöpare				
	Totalt	19,01	1119,83	0,430	4,88
	Stora	19,29	839,10	0,221	6,99
	Små	17,52	1115,81	0,703	2,98
Spindlar	Totalt	34,36	783,21	0,206	7,21
	Stora	28,38	589,04	0,224	6,95
	Små	25,10	585,62	0,232	6,89
Kortvingar		14,09	578,51	0,310	5,96
Nyckelpigor		21,11	375,93	0,068	10,28

Tabell A4. Data från poissonregressionsanalys för totalt antal insamlade naturliga fiender och samtliga ingående organismkategorier. Data anser termen 'Kantzonsutformning*Plantbehandling' och är beräknat på genomsnittligt antal insamlade individer under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Analysen är gjord med 95 % konfidensintervall. p -värden $> 0,05$ innebär en ej signifikant skillnad i antal insamlade organismer mellan kantzonsutformningarna. Referensnivå är utformningen busk/ängsblomsblandning och plantor behandlade med bladlöss

Organismkategori		R-sq	AIC	p	X ²
Naturliga fiender	Totalt	30,36	1230,12	0,242	1,37
	Jordlöpare				
	Totalt	19,01	1119,83	0,356	0,85
	Stora	19,29	839,10	0,609	0,26
	Små	17,52	1115,81	0,104	2,65
Spindlar	Totalt	34,36	783,21	0,627	0,24
	Stora	28,38	589,04	0,599	0,28
	Små	25,10	585,62	0,222	1,49
Kortvingar		14,09	578,51	0,772	0,08
Nyckelpigor		21,11	375,93	0,785	0,07

Tabell A5. Totalt antal insamlade individer under hela insamlingsperioden 1/6 - 11/6 per pelletsbehandling. Summatalen är uppdelade för de olika organismkategorierna för de två pelletsbehandlingarna Kontrollpellets (Blank) och metylsalicylat (MeSA). Sist i tabellen är kategorierna jordlöpare, nyckelpigor, kortvingar och spindlar summerade i kategorin 'naturliga fiender'. 'Myror, flugor och övriga' är summerade i en kategori och totalsumman av alla insamlade individer i samtliga kategorier för bägge pelletsbehandlingarna är summerade i kategorin Totalt

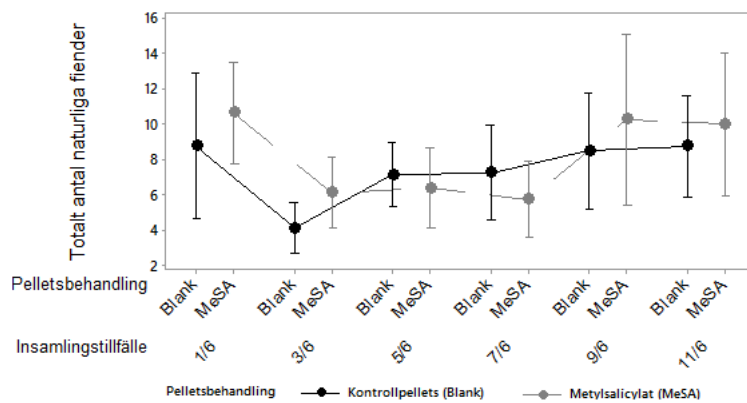
Organismkategori		Behandling		Summa
		Blank	MeSA	
Jordlöpare	Stora	33	44	77
	Små	139	146	285
	Totalt	172	190	362
Nyckelpigor		24	38	62
Kortvingar		33	33	6
Spindlar	Stora	68	72	140
	Små	51	46	97
	Totalt	121	125	246
Myror		224	230	454
Flugor		55	39	94
Övriga		94	96	190
Målorganismer		350	386	736
Myror, Flugor, Övriga		373	365	738
Totalt		723	751	1474

Tabell A6. Data från poissonregressionsanalys för totalt antal naturliga fiender och organismkategorierna jordlöpare och spindlar i Försök 2. Minitab Inc som användes för analys kunde ej generera resultat för kategorierna kortvingar och nyckelpigor med den modell som användes varvid inga numeriska värden för dessa kategorier ej redovisas i tabellen. Data avser termen 'Tid*Pelletsbehandling' och är beräknat på genomsnittligt antal insamlade individer under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Signifikansanalysen är gjord med 95% konfidensintervall. p-värden > 0,05 innebär en ej signifikant skillnad i antal insamlade organismer mellan kantzonsutformningarna. Referensnivå är termen 'Kontrollpellets'

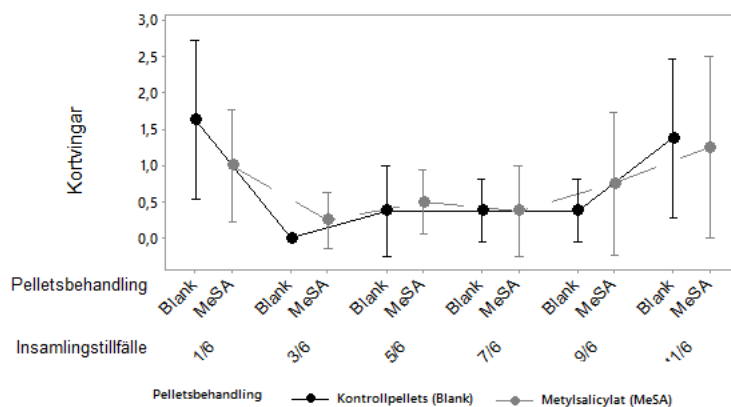
Organismkategori		R-sq	AIC	p	X ²
Naturliga fiender	Totalt	24,69	517,40	0,267	6,43
	Jordlöpare				
	Totalt	16,41	463,35	0,333	5,73
	Stora	31,02	291,04	0,043	11,47
	Små	16,92	448,32	0,480	4,50
Spindlar	Totalt	14,54	380,43	0,289	6,18
	Stora	27,95	304,85	0,161	7,92
	Små	16,92	448,32	0,480	4,50

Tabell A7. Data från poissonregressionsanalys för antal insamlade naturliga fiender och samtliga ingående organismkategorier i Försök 2. Minitab Inc som användes för analys kunde ej generera resultat för kategorierna kortvingar och nyckelpigor med den modell som användes varvid inga numeriska värden för dessa kategorier ej redovisas i tabellen. Data anser termen 'Pelletsbehandling' och är beräknat på genomsnittligt antal insamlade individer under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Signifikansanalysen är gjord med 95% konfidensintervall. p-värden > 0,05 innebär en ej signifikant skillnad i antal insamlade organismer mellan kantzonsutformningarna. Referensnivå är termen 'Blanka pellets'

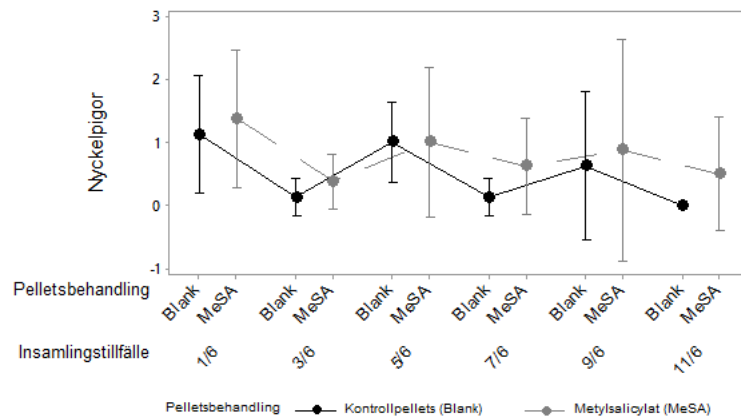
Organismkategori		R-sq	AIC	p	X ²
Naturliga fiender	Totalt	24,69	517,40	0,228	1,45
	Jordlöpare				
	Totalt	16,41	463,35	0,430	0,62
	Stora	31,02	291,04	0,432	0,62
	Små	16,92	448,32	0,724	0,13
Spindlar	Totalt	14,54	380,43	0,107	2,59
	Stora	27,95	304,85	0,191	1,71
	Små	16,92	448,32	0,724	0,13



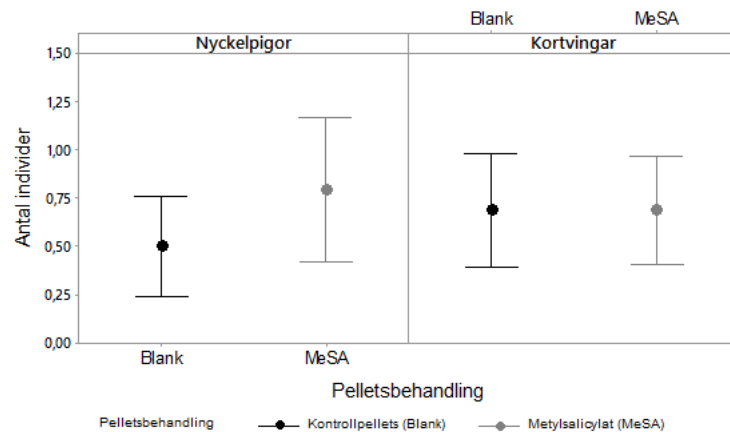
Figur A1. Graf över totalt antal insamlade naturliga fiender per pelletsbehandling och insamlingstillfälle under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Punkterna visar medelvärdet för respektive pelletsbehandling och insamlingstillfälle. intervallstrecken visar standardavvikelsen. Observera att skalan på Y-axeln börjar vid 2.



Figur A2. Antal kortvingar per pelletsbehandling i medeltal per insamlingstillfälle under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Punkter visar medelvärdet och intervallstrecken standardavvikelsen. Ingen signifikansanalys kunde göras med den modell som användes för övriga grupper naturliga fiender i försök 2.



Figur A3. Antal nyckelpigor per pelletsbehandling i medeltal per insamlingstillfälle under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Punkter visar medelvärdet och intervallstrecken standardavvikelsen. Ingen signifikansanalys kunde göras med den modell som användes för övriga grupper naturliga fiender i försök 2. Observera att skalan på Y-axeln börjar vid -1.



Figur A4. Genomsnittligt antal nyckelpigor och kortvingar per pelletsbehandling över hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6. Punkterna visar medelvärden och strecken visar standardavvikelse. Ingen signifikansanalys kunde göras för dessa organismkategorier med den modell som användes för övriga organismer i försök 2.

Tabell A8. Tabellen redogör för störningar som inträffade datumvis vid fallfällor och burar i försök 1 längs Kasby 2 under hela insamlingsperioden 1/6 – 11/6 för respektive planta. Plantumrens första siffra indikerar behandlingsupprepning där udda nummer är busk/ängsblomsblandning och jämna nummer är rödklöver/vallgräs. Plantumrens decimal anger plantbehandling där udda nummer utgör kontrollplantor och jämna nummer utgör plantor infekterade med bladlöss. De streck som finns för vissa datum visar att ingen störning av plantor skett vid detta insamlingstillfälle

Datum	Planta	Störning
1/6		-
2/6	3.2	Fallfälla uppgrävd, hål i bur
	4.1	Tak liggandes bredvid
	4.2	Tak liggandes bredvid, fallfälla halvt uppe ur marken
	5.4	Tak delvis uppdraget
	6.1	Tak liggandes över fallfälla
	6.3	Tak halvvägs uppdraget
	6.4	Tak liggandes bredvid
3/6	3.1	Tak uppdraget, bur uppgrävd med hål i efter tömning av fällan
	3.2	Tak delvis av liggandes på snedden
	3.3	Tak helt av fallfälla
	3.4	Tak liggandes på sniskan
4/6	3.1	Tak liggandes bredvid fälla, fälla uppgrävd
	3.2	Tak liggandes bredvid fälla, fälla uppgrävd
5/6	3.1	Tak smått uppgrävt
	3.2	Tak smått uppgrävt
	3.4	Uppgrävd och tömd fallfälla. Gick ej att inkludera i sammanräkningen av rådata
	8.3	Fallfälla tom på vatten. Glömt att fylla på vid senaste tömning
6/6		-
7/6	3.1	Tak av från fallfälla
	3.2	Tak av från fallfälla
	3.4	Tak av från fallfälla
	4.1	Tak av från fallfälla
	5.1	Tak av från fallfälla
9/6	3.1	Tak av från fallfälla, hål i bur
	3.2	Hål i bur – bytte till ny bur
	3.3	Hål i bur
	3.4	Hål i bur
	6.1	Hål i bur
	8.2	Hål i bur
10/6	3.2	Tak av från fallfälla, hål i bur
	3.3	Hål i bur
	3.4	Hål i bur
	4.1	Hål i bur
	5.4	Tak av från fallfälla
11/6	3.4	Hål i bur
	6.3	Hål i bur

Appendix B: Kantzoner – varianter och regelverk

Kantzoner kan antingen vara av tillfällig karaktär vilket inkluderar odlade remsor som inte besprutats med växtskyddsmedel, lämnats osådda, eller som såtts med andra arter av grödor för att främja olika djurarter (Marshall & Moonen, 2002). Alternativt är de permanenta och sådda, eller lämnade med sin ursprungliga växtlighet (Marshall & Moonen, 2002). De två sistnämnda varianterna är framförallt en viktig tillgång för arter med svårigheter till spridning på landskapsnivå (Marshall & Moonen, 2002).

Positiva effekter med kantzoner i odlingslandskapet är att verka som en plats för biologisk mångfald (Bianchi, Booij & Tschardtke, 2006). Dels genom att främja leddjur överlag (Dennis & Fry, 1992). Dock innebär det även arter av växtskadegörare och ogräs som oönskat kan sprida sig till åkermark (Review av Marshall & Moonen, 2002). Beroende på skötsel och mellan vilka terrängtyper kantzonen ligger har den olika benämningar. Det främsta syftet med kantzoner utmed vattendrag är reduktion av näringsläckage och erosion från odlingsmarken, varvid den benämns som skyddszon (Haldén, 2011b). För att minska näringsläckage, erosion och ytavrinning från åkermark kom nya regler år 2016 för att få miljöersättning som gäller anpassade skyddszoner eller zoner längs vattendrag (Jordbruksverket, 2016b). För att erhålla ersättningen måste skyddszonen ligga på nitratkänslig mark och anpassade skyddszoner ska ligga på mark med risk för skador från vägsalt, översvämning eller erosion (Jordbruksverket, 2016b). Skyddszon mot vattendrag ska ligga direkt intill vattendraget och inte vara bevuxen med för mycket träd eller buskar (Jordbruksverket, 2016b). Grödan ska utgöras av majoriteten vallgräs som antingen kan sås i renbestånd eller som blandning med vallbaljväxter, alternativt med insådd av fröblandningar som gynnar insekter (Jordbruksverket, 2016b). Gödsel eller växtskyddsmedel är ej tillåtet att använda medan det däremot är tillåtet med bete, skörd och putsning efter den 1 juli samt att ta bort avslagen växtlighet vid risk för att skyddszonens växtlighet skadas (Jordbruksverket, 2016b).

Fältkanter längs med åkerareal utan produktion är så kallade obrukade fältkanter (Jordbruksverket, 2016d). De får anläggas mellan skiften, men inte längs med eller på skiften med träda eller som har skyddszoner som åtagande (Jordbruksverket 2016d). Dessa fältkanter är tillåtna att behandla med kemisk eller mekanisk ogräsbehandling och de behöver inte slås av eller putsas om de är sådda med arter med syfte att öka biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2016d). Även om det fortfarande krävs att fältkanten sköts om (Jordbruksverket, 2016d). Denna form av kant-

zon räknas in som ekologisk fokusareal och kan således vara ett bidrag för att er- hålla förgröningsstöd (Jordbruksverket, 2016d).

Ekologiskt funktionella kantzoner ligger intill vattendrag och är kantzoner som inte är helt brukningsfria utan jordbruksåtgärder blir istället mindre påtagliga och ingripande på ett närmre avstånd till vattendraget (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2010). För underlättat brukande i närheten av vattendraget kan zonen delas till en ytterzon där brukandet av åkermarken sker normalt förutom att inte använda växt- skydds- eller gödselmedel; mellanzon där försiktigt brukande kan ske men utan jordbearbetning eller utnyttjande som bete; samt en närzon som ligger närmast vattendraget och som i princip lämnas orört (Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2010). Dessa zoner kan vid jordbruksmark främjas genom plantering av växter med varierande höjd så som gräs, örter, buskar och träd (Vatteninformation Sve- rige, 2015).

Det finns andra former av marginaler vid åkerkanter i form av sprutfria kantzoner eller skyddsavstånd som regleras av lagkrav genom förordningen om bekämp- ningsmedel (SFS 2014:425). I 35§ anges att användare av växtskyddsmedel ska tillämpa angivna skyddsavstånd efter rådande omständigheter för att skydda omgi- vande känsliga miljöer med olika fasta avstånd till olika vattenkällor (SFS 2014:425). Beroende på platsförhållanden ska den som sprider växtskyddsmedel dessutom rätta spridningen genom anpassade skyddsavstånd beroende på aktuellt växtskyddsmedel, väder samt omgivningens känslighet (NFS 2015:2 2§ kap. 3).

Appendix C: Godkännande av aktiva substanser och växtskyddsmedel

Innan ett växtskyddsmedel blir tillgängligt för försäljning måste den/de ingående aktiva substanserna i produkten vara godkända av Europakommissionen ur säkerhetssynpunkt gällande miljö- och hälsorisker (Europakommissionen, 2016). Aktiva substanser godkänns efter försiktighetsprincipen där målet är att inte godkänna substanser med klart negativa hälso- och miljöeffekter samt att den aktiva substansen ska ha en tydlig fördel inom växtproduktion (EG 1107/2009). Denna princip är också menad att implementeras vid omprövningar eller vid nya godkännande av redan godkända ämnen, då perioden för godkännande är tidsbegränsad (EG 1107/2009). Vid provande av en aktiv substans granskas bland annat resthalter; effektivitet; hälsopåverkan; miljöpåverkan; samt påverkan på ryggradsdjur som medlet eventuellt riktar sig mot (EG 1107/2009). Om en aktiv substans inte uppfyller krav för godkännande alternativt om ny kunskap framhållits att en tidigare godkänd substans inte längre uppfyller kriterierna för att godkännas, kan Europakommissionen ändra godkännandet alternativt återkalla substansen (EG 1107/2009). För att ett växtskyddsmedel ska få säljas krävs dels att dess aktiva substans/substanser är godkända av kommissionen samt krävs ett godkännande av den aktuella produkten i den medlemsstat som produkten ska säljas i (EG 1107/2009).

Medlemsstaterna i EU har ett eget ansvar att instifta nationella handlingsplaner inkluderande mätbara mål för att fylla syftet med direktivet om en hållbar växtskyddsmedelsanvändning (2009/128/EG). I Sveriges nationella handlingsplan under perioden 2013 - 2017 strävar målen efter reducerad hälso- och miljörisk genom lägre halter av växtskyddsmedel i livsmedel och vattendrag samt minskade risker för användare och hållbara och varaktiga odlingssystem med minskat beroende av växtskyddsmedel (Landsbyggsdepartementet, 2013). Utifrån dessa mål har Jordbruksverket tagit fram föreskrifter och allmänna råd för att implementera IPM (SJVFS 2014:42). Tillämpningen av IPM är sedan 2014 en skyldighet för alla som använder växtskyddsmedel (Jordbruksverket, 2016e).

Appendix D: Havrebladlöss

Havrebladlusen (*Rhopalosiphum padi*) är en växtskadegörare med fluktuerande antal mellan år vars angrepp kan ge betydande ekonomiska konsekvenser som emellertid varierar med angreppsgraden (Jordbruksverket, 2014). All sorts stråsäd samt ett antal arter av gräs- och halvgräs kan angripas av havrebladlusen men den är framförallt en viktig skadegörare i vårsäd (Wikteliuss, 1992). Av vårsäd angrips havre i störst utsträckning, följt av vårkorn och vårvete (Växtskyddsenheten, 2012a). I Mellansverige brukar ett större bekämpningsbehov av havrebladlöss finnas i intervaller av tre till fem år (Växtskyddsenheten, 2012b). Södra Sverige får ofta ett ökat bekämpningsbehov med något tätare intervall (Växtskyddsenheten, 2012b). Årliga prognoser görs för att förutsäga angreppsgraden av havrebladlöss genom att räkna bladlusägg på deras vintervärd hägg (Wikteliuss, 1992).

Havrebladlöss växlar mellan värdarna hägg, där bladlössen övervintrar som ägg, till gräs på sommaren (Wikteliuss, 1992). Olika generationer föds under året med variation av förekomst av vingar eller ej, beroende på krav på förflyttning till ny levnadsplats (Wikteliuss, 1992). Generellt fler generationer utan vingar föds i gräsmark än i stråsäd (Wikteliuss, 1992). Bladlössen sitter ofta på undre delen av plantan och kan vid torka även uppträda under marken (Växtskyddsenheten, 2012a). Bladlössen livnär sig på värdväxtens sav (Whitworth & Ahmad, 2008) men även om havrebladlöss äter av plantan uppvisar plantan sällan tydligt synliga symptom (Ni & Quisenberry, 2003). Däremot vid en hög population kan missformning av blad och ax synas (Whitworth & Ahmad, 2008) samt försämrad tillväxt och kärnmatning (Wikteliuss, 1992; Mistra, 2014). Havrebladlusen är även en vektor till spridning av rödsotvirus som i sin tur medför skador på grödan (Växtskyddsenheten, 2012a).

För bekämpning finns bekämpningströsklar baserade på antal bladlöss per strå i olika utvecklingsstadier för grödan (Växtskyddsenheten, 2012b), vilka dessutom varierar med spannmålspriserna (Aldén *et al.*, 2016). Kemiska bekämpningsmedel som rekommenderas är pyretroider (Växtskyddsenheten, 2012b). Behandling med pyretroider bör göras efter att bladlössens utflygning från hägg är avslutad (Växtskyddsenheten, 2012b). Nyttoinsekter i fält påverkas negativt av att pyretroider är bredverkande och selektivt inte enbart verkar mot skadeinsekten (Jordbruksverket, 2015-10-09b), varvid antalet bladlöss kan bli högre igen efter behandling (Växtskyddsenheten, 2012a).

Appendix E: Naturliga fiender till havrebladlöss

Det finns ett flertal naturliga fiender som är aktiva i vårsådd åkerareal i Sverige, vilka har visat sig vara förtryckande av populationer av havrebladlöss (Chiverton *et al.*, 1988). Marklevande naturliga fiender som inkluderas är dels generalister som spindlar, kortvingar och jordlöpare, dels en specialist i form av nyckelpigor (Chiverton, Ekbom, Wallin & Wikteliuss, 1986). Då generalister inte är beroende av bladlössen för sin överlevnad ger det som följd att dessa naturliga fiender kan detekteras i fält även om inte bladlöss flugit in (Chiverton *et al.*, 1986).

Nyckelpigor (*Coleoptera: Coccinellidae*)

Det finns många arter av nyckelpigor varav 60 arter i Sverige, där arten sjuprickig nyckelpiga (*Coccinella septempunctata*) är mest förekommande (Arvidsson, 2013). Olika nyckelpigearter har olika födoval, vissa är herbivorer men majoriteten av arterna är rovdjur där bladlöss utgör huvudsaklig föda både för vuxna och larver (Arvidsson, 2013). Även ullöss, blodlöss och spinnkvalster är alternativa födoval (Arvidsson, 2013). När bladlöss inte finns tillgängliga under våren nyttjar nyckelpigor pollen som alternativ föda, varvid de kan gynnas av tillgång till tidigt blommande arter (Arvidsson, 2013). Valet av nyckelpigors livsmiljöer påverkas av bytens abundans, vilken taxonomisk grupp bytena tillhör samt nyckelpigans egen storlek (Honěk, 2012, s. 119).

Vuxna nyckelpigor har god rörlighet tills dess att födointaget ökar, då deras rörlighet minskar och aktiviteten istället övergår till ökad äggläggning som ofta sker i bladluskolonier på olika växtdelar (Arvidsson, 2013). Äggen kläcks efter ungefär en vecka och larverna, som har lägre rörlighet än vuxna individer, stannar ofta i kluster där de lagts som ägg (Seagraves, 2009). Larverna behöver föda inom två dagar för att inte dö och vid avsaknad på annan föda är kannibalism på andra nyckelpigelarver ett alternativ för överlevnad (Arvidsson, 2013). Utveckling och generationstid är temperaturberoende med snabbare utveckling vid varmare temperatur och under ett år varierar antal generationer mellan olika arter (Arvidsson, 2013). Vid övervintring kräver nyckelpigor ostörda platser (Woltz, Isaacs & Landis, 2012) där den hos sjuprickig nyckelpiga ofta sker i grupp i exempelvis håligheter eller sprickor för att få lä och isolering mot kyla (Arvidsson, 2013) eller under förna och bark (Ekbom, 1996).

Jordlöpare (*Coleoptera: Carabidae*)

Jordlöpare är Sveriges tredje största skalbaggsfamilj med mellan 300 (Miljöövervakningsenheten, 2007) till 400 arter (Sandhall & Lindroth, 1998 s.40). Arter ur släktena *Pterostichus* och *Bembidion* är vanligt förekommande på jordbruksarealer (Ekbom, 1996). Jordlöpare som familj är polyfaga insekter som på artnivå kan vara omnivorer, predatorer eller herbivorer (Miljöövervakningsenheten, 2007). De kan även ha många speciella krav på livsmiljön trots att deras polyfaga leverne medför mindre beroende av särskilda växtarter (Miljöövervakningsenheten, 2007). Larver tenderar att vara mer strikta karnivorer än vuxna som har ett mer varierat födointag (Lövei & Sunderland, 1996, s. 241). Predatoriska jordlöpare livnär sig till stor del på mindre djur som spindlar och insekter, men kan också attackera större organismer (Sandström, 2013a). Mindre arter av jordlöpare är främst herbivorer, medan de större framförallt är predatorer (Sandström, 2013a).

Fysiologiskt har jordlöpare god springförmåga (Sandström, 2013a) samtidigt som de generellt är dåliga flygare varvid en del helt förlorat sin flygförmåga (Sandström, 2013a). Övervintring sker som vuxna individer i torr mark antingen i förna eller i håligheter (Sandström, 2013a). Alternativt kan det ske i jorden som larver (Sandström, 2013a). Generellt är utbredning av arter inom denna familj en följd av olika mark- och klimatfaktorer som varierar i efterfrågan hos olika arter (Sandhall & Lindroth, 1998).

Kortvingar (*Coleoptera: Staphylinidae*)

I Sverige finns mer än 1000 arter av kortvingar (Sandhall & Lindroth, 1998) och är landets största skalbaggsfamilj (Flink, 2013). Kortvingar är generalister (Flink, 2013). De lever främst på åkermark och är rovlevande där larverna har ett liknande levnadssätt som larver av jordlöpare (Ekbom, 1996). Det är en familj som är viktig i predation av bladlöss, men som också kan utnyttja andra insekter som hoppstjärtar eller kvalster som föda så väl som kadaver, svamphyfer eller växtrester (Flink, 2013). Ofta är de större arterna rovlevande medan mindre arter livnär sig på växtdelar och växtrester (Sandhall & Lindroth, 1998). Kortvingar är en familj som finns etablerade utmed fälten redan när bladlössen flyger in i fält i början av bladlösssäsongen då deras övervintringsplats ofta är i åkerkanter och sker som vuxna individer (Flink, 2013). Under sommaren befinner sig ofta larverna i jorden medan de vuxna ofta rör sig på markytan (Flink, 2013).

Spindlar (*Araneae*)

Denna ordning spindeldjur utgörs av fler än 700 arter i Sverige och livnär sig på såväl flygande djur som markdjur (Sandström, 2013b). Spindlar har överlag olika rörelsemönster vilka påverkar hur de fångar sina byten (Öberg, 2007). Antingen via aktivt jagande eller genom infångning via nät (Ekbom, 1996; Öberg, 2007). Spindlar är generalister (Ekbom, 1996) och bytesdjur i agrara system har framförallt visat sig komma från 10 olika ordningar (*Araneae*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Collembola*, *Heteroptera*, *Homoptera*, *Diptera* och *Hymenoptera*) (review av Nyffeler, 1999). En preferens finns hos spindlar att vistas i mark runtom åkermarken framför att befinna sig på åkern där regelbunden störning sker, både under odlingssäsongen och vid övervintring (Öberg, 2008). Två exempel på förekommande familjer som redan finns i fält vid etablering av havrebladlöss är vargspindlar (*Lycosidae*) och mattvävarspindlar (*Linyphiidae*) (Chiverton *et al.*, 1988). En skillnad mellan dessa familjer är deras spridningsstrategi - *Lycosidae* rör sig längs med marken medan *Linyphiidae* sprider sig genom att spinna nät som för spindeln med vinden (Öberg, 2008).

Appendix F: Bilder från försöksplatsen och -utformningen
vid Kasby 1 och 2



Figur F1. Skillnad i buskagens utseende vid Kasby 2 från början av maj till mitten av juni. De övre två bilderna visar kantzonen från kornfältet där burar med havreplantor, samt fallfällor med pellets placerades ut. Den nedre bilden visar kantzonen från angränsande kantzon mitt emot odlingen där försöken var förlagda.



Figur F2: Burar med plantor utplacerade längs Kasby 2.



Figur F3. Havreplantor innan utplacering i fält.



Figur F4. Exempel på bur med skadad plast.



Figur F5. Exempel på bur med skadad plast.



Figur F6. Exempel på tak ovanför fallfälla som störts mellan insamlingstillfällena.